This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

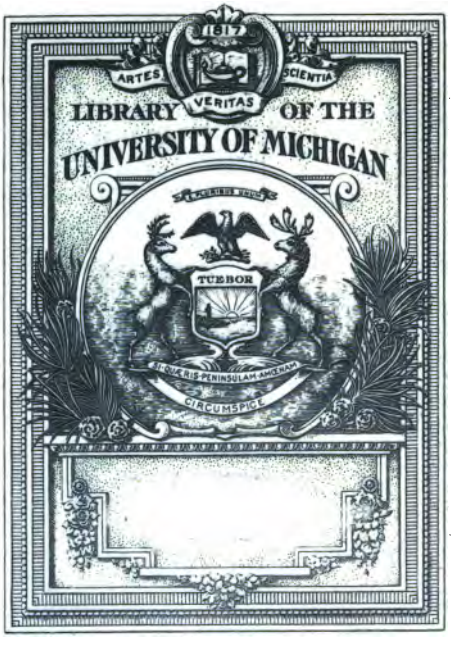
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.



THE GIFT OF
Mr. David Molitor

ASTRO
OBS.
Q
15
H9

Kosmos.

Entwurf

einer phyſiſchen Weltbeſchreibung

von

Alexander von Humboldt.

Erſter Band.

Naturae vero rerum vis atque majestas in omnibus momentis fide caret, si quis modo partes ejus ac non totam complectatur animo. Plin. H. N. lib. 7 c. 1.

Stuttgart und Tübingen.

J. G. Cotta'ſcher Verlag.

1845.

Buchdruckerei der J. G. Cotta'schen Buchhandlung in Stuttgart.

06-11-32 MEIV

Seiner Majestät

dem König

Friedrich Wilhelm IV.

widmet

in tiefer Ehrfurcht und mit herzlichem Dankgefühl

diesen

Entwurf einer physischen Weltbeschreibung

Alexander v. Humboldt.

Astron. Obs.
Gift
Mr. David Mahler
6-16-1932
4 V.

Vorrede.

Ich übergebe am späten Abend eines vielbewegten Lebens dem deutschen Publikum ein Werk, dessen Bild in unbestimmten Umrissen mir fast ein halbes Jahrhundert lang vor der Seele schwebte. In manchen Stimmungen habe ich dieses Werk für unausführbar gehalten: und bin, wenn ich es aufgegeben, wieder, vielleicht unvorsichtig, zu demselben zurückgekehrt. Ich widme es meinen Zeitgenossen mit der Schüchternheit, die ein gerechtes Mißtrauen in das Maaß meiner Kräfte mir einflößen muß. Ich suche zu vergessen, daß lange erwartete Schriften gewöhnlich sich minderer Nachsicht zu erfreuen haben.

Wenn durch äußere Lebensverhältnisse und durch einen unwiderstehlichen Drang nach verschiedenartigem Wissen ich veranlaßt worden bin mich mehrere

Jahre und ſcheinbar ausſchließlich mit einzelnen Diſciplinen: mit beſchreibender Botanik, mit Geognoſie, Chemie, aſtronomiſchen Ortsbeſtimmungen und Erdmagnetismus als Vorbereitung zu einer großen Reiſe-Expedition zu beſchäftigen; ſo war doch immer der eigentliche Zweck des Erlernens ein höherer. Was mir den Hauptantrieb gewährte, war das Beſtreben die Erſcheinungen der körperlichen Dinge in ihrem allgemeinen Zuſammenhange, die Natur als ein durch innere Kräfte bewegtes und belebtes Ganze aufzufaſſen. Ich war durch den Umgang mit hochbegabten Männern früh zu der Einſicht gelangt, daß ohne den ernſten Hang nach der Kenntniß des Einzelnen alle große und allgemeine Weltanſchauung nur ein Luftgebilde ſein könne. Es ſind aber die Einzelheiten im Naturwiſſen ihrem inneren Weſen nach fähig wie durch eine aneignende Kraft ſich gegenſeitig zu befruchten. Die beſchreibende Botanik, nicht mehr in den engen Kreis der Beſtimmung von Geſchlechtern und Arten feſtgebannt, führt den Beobachter, welcher ferne Länder und hohe Gebirge durchwandert, zu der

Lehre von der geographiſchen Vertheilung der Pflanzen über den Erdboden nach Maaßgabe der Entfernung vom Aequator und der ſenkrechten Erhöhung des Standortes. Um nun wiederum die verwickelten Urſachen dieſer Vertheilung aufzuklären, müſſen die Geſetze der Temperatur-Verſchiedenheit der Klimate wie der meteorologiſchen Proceſſe im Luftkreiſe erſpähet werden. So führt den wißbegierigen Beobachter jede Claſſe von Erſcheinungen zu einer anderen, durch welche ſie begründet wird oder die von ihr abhängt.

Es iſt mir ein Glück geworden, das wenige wiſſenſchaftliche Reiſende in gleichem Maaß mit mir getheilt haben: das Glück, nicht bloß Küſtenländer, wie auf den Erdumſeglungen, ſondern das Innere zweier Continente in weiten Räumen und zwar da zu ſehen, wo dieſe Räume die auffallendſten Contraſte der alpiniſchen Tropenlandſchaft von Südamerika mit der öden Steppennatur des nördlichen Aſiens darbieten. Solche Unternehmungen mußten, bei der eben geſchilderten Richtung meiner Beſtrebungen, zu allgemeinen Anſichten aufmuntern; ſie mußten den Muth beleben unſre

dermalige Kenntniß der ſideriſchen und telluriſchen Erſcheinungen des Kosmos in ihrem empiriſchen Zuſammenhange in einem einigen Werke abzuhandeln. Der bisher unbeſtimmt aufgefaßte Begriff einer *phyſiſchen Erdbeſchreibung* ging ſo durch erweiterte Betrachtung, ja nach einem vielleicht allzu kühnen Plane, durch das Umfaſſen alles Geſchaffenen im Erd- und Himmelsraume in den Begriff einer *phyſiſchen Weltbeſchreibung* über.

Bei der reichen Fülle des Materials, welches der ordnende Geiſt beherrſchen ſoll, iſt die Form eines ſolchen Werkes, wenn es ſich irgend eines litterariſchen Vorzugs erfreuen ſoll, von großer Schwierigkeit. Den Naturſchilderungen darf nicht der Hauch des Lebens entzogen werden, und doch erzeugt das Aneinanderreihen bloß allgemeiner Reſultate einen eben ſo ermüdenden Eindruck als die Anhäufung zu vieler Einzelheiten der Beobachtung. Ich darf mir nicht ſchmeicheln ſo verſchiedenartigen Bedürfniſſen der Compoſition genügt, Klippen vermieden zu haben, die ich nur zu bezeichnen verſtehe. Eine ſchwache Hoffnung gründet

sich auf die besondere Nachsicht, welche das deutsche Publikum einer kleinen Schrift, die ich unter dem Titel Ansichten der Natur gleich nach meiner Rückkunft aus Mexico veröffentlicht, lange Zeit geschenkt hat. Diese Schrift behandelte einzelne Theile des Erdelebens (Pflanzengestaltung, Grasfluren und Wüsten) unter generellen Beziehungen. Sie hat mehr durch das gewirkt, was sie in empfänglichen, mit Phantasie begabten jungen Gemüthern erweckt hat, als durch das, was sie geben konnte. In dem Kosmos, an welchem ich jetzt arbeite, wie in den Ansichten der Natur habe ich zu zeigen gesucht, daß eine gewisse Gründlichkeit in der Behandlung der einzelnen Thatsachen nicht unbedingt Farbenlosigkeit in der Darstellung erheischt.

Da öffentliche Vorträge ein leichtes und entscheidendes Mittel darbieten, um die gute oder schlechte Verkettung einzelner Theile einer Lehre zu prüfen, so habe ich viele Monate lang erst zu Paris in französischer Sprache und später zu Berlin in unserer vaterländischen Sprache fast gleichzeitig in der großen Halle

der Singakademie und in einem der Hörsäle der Universität Vorlesungen über die physische Weltbeschreibung, wie ich die Wissenschaft aufgefaßt, gehalten. Bei freier Rede habe ich in Frankreich und Deutschland nichts über meine Vorträge schriftlich aufgezeichnet. Auch die Hefte, welche durch den Fleiß aufmerksamer Zuhörer entstanden sind, blieben mir unbekannt, und wurden daher bei dem jetzt erscheinenden Buche auf keine Weise benutzt. Die ersten vierzig Seiten des ersten Bandes abgerechnet, ist alles von mir in den Jahren 1843 und 1844 zum ersten Male niedergeschrieben. Wo der jetzige Zustand des Beobachteten und der Meinungen (die zunehmende Fülle des ersteren ruft unwiederbringlich Veränderungen in den letzteren hervor) geschildert werden soll, gewinnt, glaube ich, diese Schilderung an Einheit, an Frische und innerem Leben, wenn sie an eine bestimmte Epoche geknüpft ist. Die Vorlesungen und der Kosmos haben also nichts mit einander gemein als etwa die Reihefolge der Gegenstände, die sie behandelt. Nur den „einleitenden Betrachtungen“ habe ich die Form

einer Rede gelassen, in die sie theilweise eingeflochten waren.

Den zahlreichen Zuhörern, welche mit so vielem Wohlwollen meinen Vorträgen in dem Universitätsgebäude gefolgt sind, ist es vielleicht angenehm, wenn ich als eine Erinnerung an jene längst verflossne Zeit, zugleich aber auch als ein schwaches Denkmal meiner Dankgefühle hier die Vertheilung der einzeln abgehandelten Materien unter die Gesammtzahl der Vorlesungen (vom 3 Nov. 1827 bis 26 April 1828, in 61 Vorträgen) einschalte: Wesen und Begrenzung der physischen Weltbeschreibung, allgemeines Naturgemälde 5 Vorträge; Geschichte der Weltanschauung 3; Anregungen zum Naturstudium 2; Himmelsräume 16; Gestalt, Dichte, innere Wärme, Magnetismus der Erde und Polarlicht 5; Natur der starren Erdrinde, heiße Quellen, Erdbeben, Vulkanismus 4; Gebirgsarten, Typen der Formationen 2; Gestalt der Erdoberfläche, Gliederung der Continente, Hebung auf Spalten 2; tropfbar-flüssige Umhüllung: Meer 3; elastisch-flüssige Umhüllung: Atmosphäre, Wärmevertheilung 10;

geographiſche Vertheilung der Organismen im allgemeinen 1; Geographie der Pflanzen 3; Geographie der Thiere 3; Menſchen-Racen 2.

Der erſte Band meines Werkes enthält: Einleitende Betrachtungen über die Verſchiedenartigkeit des Naturgenuſſes und die Ergründung der Weltgeſetze; Begrenzung und wiſſenſchaftliche Behandlung der phyſiſchen Weltbeſchreibung; ein allgemeines Naturgemälde als Ueberſicht der Erſcheinungen im Kosmos. Indem das allgemeine Naturgemälde von den fernſten Nebelflecken und kreiſenden Doppelſternen des Weltraums zu den telluriſchen Erſcheinungen der Geographie der Organismen (Pflanzen, Thiere und Menſchen-Racen) herabſteigt, enthält es ſchon das, was ich als das Wichtigſte und Weſentlichſte meines ganzen Unternehmens betrachte: die innere Verkettung des Allgemeinen mit dem Beſonderen, den Geiſt der Behandlung in Auswahl der Erfahrungsſätze, in Form und Styl der Compoſition. Die beiden nachfolgenden Bände ſollen

die Anregungsmittel zum Naturstudium (durch Belebung von Naturschilderungen, durch Landschaftmalerei und durch Gruppirung exotischer Pflanzengestalten in Treibhäusern); die Geschichte der Weltanschauung, d. h. der allmäligen Auffassung des Begriffs von dem Zusammenwirken der Kräfte in einem Naturganzen; und das Specielle der einzelnen Disciplinen enthalten, deren gegenseitige Verbindung in dem Naturgemälde des ersten Bandes angedeutet worden ist. Ueberall sind die bibliographischen Quellen, gleichsam die Zeugnisse von der Wirklichkeit und dem Werthe der Beobachtungen, da wo es mir nöthig schien sie in Erinnerung zu bringen, von dem Texte getrennt und mit Angabe der Seitenzahl in Anmerkungen an das Ende eines jeden Abschnittes verwiesen. Von meinen eigenen Schriften, in denen ihrer Natur nach die Thatsachen mannigfaltig zerstreut sind, habe ich immer vorzugsweise nur die Originalausgaben angeführt, da es hier auf große Genauigkeit numerischer Verhältnisse ankam und ich in Beziehung auf die

Sorgfalt der Ueberſetzer von großem Mißtrauen erfüllt bin. Wo ich in ſeltenen Fällen kurze Sätze aus den Schriften meiner Freunde entlehnt habe, iſt die Entlehnung durch den Druck ſelbſt zu erkennen. Ich ziehe nach der Art der Alten die Wiederholung derſelben Worte jeder willkührlichen Subſtituirung uneigentlicher oder umſchreibender Ausdrücke vor. Von der in einem friedlichen Werke ſo gefahrvoll zu behandelnden Geſchichte der erſten Entdeckungen wie von vielbeſtrittenen Prioritätsrechten iſt in den Anmerkungen ſelten die Rede. Wenn ich bisweilen des claſſiſchen Alterthums und der glücklichen Uebergangsperiode des durch große geographiſche Entdeckungen wichtig gewordenen funfzehnten und ſechzehnten Jahrhunderts erwähnt habe, ſo iſt es nur geſchehen, weil in dem Bereich allgemeiner Anſichten der Natur es dem Menſchen ein Bedürfniß iſt ſich von Zeit zu Zeit dem Kreiſe ſtreng dogmatiſirender moderner Meinungen zu entziehen und ſich in das freie, phantaſiereiche Gebiet älterer Ahndungen zu verſenken.

Man hat es oft eine nicht erfreuliche Betrachtung

genannt, daß, indem rein litterarische Geistesproducte gewurzelt sind in den Tiefen der Gefühle und der schöpferischen Einbildungskraft, alles, was mit der Empirie, mit Ergründung von Naturerscheinungen und physischer Gesetze zusammenhängt, in wenigen Jahrzehenden, bei zunehmender Schärfe der Instrumente und allmäliger Erweitrung des Horizonts der Beobachtung, eine andere Gestaltung annimmt; ja daß, wie man sich auszudrücken pflegt, veraltete naturwissenschaftliche Schriften als unlesbar der Vergessenheit übergeben sind. Wer von einer ächten Liebe zum Naturstudium und von der erhabenen Würde desselben beseelt ist, kann durch nichts entmuthigt werden, was an eine künftige Vervollkommnung des menschlichen Wissens erinnert. Viele und wichtige Theile dieses Wissens, in den Erscheinungen der Himmelsräume wie in den tellurischen Verhältnissen, haben bereits eine feste, schwer zu erschütternde Grundlage erlangt. In anderen Theilen werden allgemeine Gesetze an die Stelle der particulären treten, neue Kräfte ergründet, für einfach gehaltene

Stoffe vermehrt oder zergliedert werden. Ein Verſuch, die Natur lebendig und in ihrer erhabenen Größe zu ſchildern, in dem wellenartig wiederkehrenden Wechſel phyſiſcher Veränderlichkeit das Beharrliche aufzuſpüren, wird daher auch in ſpäteren Zeiten nicht ganz unbeachtet bleiben.

Potsdam im November 1844.

Kosmos.

Einleitende Betrachtungen

über

die Verschiedenartigkeit des Naturgenusses

und eine

wissenschaftliche Ergründung der Weltgesetze.

(Vorgetragen am Tage der Eröffnung der Vorlesungen in der großen Halle der Singakademie zu Berlin. — Mehrere Einschaltungen gehören einer späteren Zeit an.)

Wenn ich es unternehme, nach langer Abwesenheit aus dem deutschen Vaterlande, in freien Unterhaltungen über die Natur die allgemeinen physischen Erscheinungen auf unserem Erdkörper und das Zusammenwirken der Kräfte im Weltall zu entwickeln, so finde ich mich mit einer zwiefachen Besorgniß erfüllt. Einestheils ist der Gegenstand, den ich zu behandeln habe, so unermeßlich und die mir vorgeschriebene Zeit so beschränkt, daß ich fürchten muß, in eine encyclopädische Oberflächlichkeit zu verfallen, oder, nach Allgemeinheit strebend, durch aphoristische Kürze zu ermüden. Anderentheils hat eine vielbewegte Lebensweise mich wenig an öffentliche Vorträge gewöhnt; und in der Befangenheit meines Gemüths wird es mir nicht immer gelingen, mich mit der Bestimmtheit und Klarheit auszudrücken, welche die Größe und die

Mannigfaltigkeit des Gegenstandes erheischen. Die Natur aber ist das Reich der Freiheit; und um lebendig die Anschauungen und Gefühle zu schildern, welche ein reiner Naturſinn gewährt, sollte auch die Rede stets sich mit der Würde und Freiheit bewegen, welche nur hohe Meisterschaft ihr zu geben vermag.

Wer die Resultate der Naturforschung nicht in ihrem Verhältniß zu einzelnen Stufen der Bildung oder zu den individuellen Bedürfnissen des geselligen Lebens, sondern in ihrer großen Beziehung auf die gesammte Menschheit betrachtet, dem bietet sich, als die erfreulichste Frucht dieser Forschung, der Gewinn dar, durch Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen den Genuß der Natur vermehrt und veredelt zu sehen. Eine solche Veredlung ist aber das Werk der Beobachtung, der Intelligenz und der Zeit, in welcher alle Richtungen der Geisteskräfte sich reflectiren. Wie seit Jahrtausenden das Menschengeschlecht dahin gearbeitet hat, in dem ewig wiederkehrenden Wechsel der Weltgestaltungen das Beharrliche des Gesetzes aufzufinden und so allmälig durch die Macht der Intelligenz den weiten Erdkreis zu erobern, lehrt die Geschichte den, welcher den uralten Stamm unseres Wissens durch die tiefen Schichten der Vorzeit bis zu seinen Wurzeln zu verfolgen weiß. Diese Vorzeit befragen, heißt dem geheimnißvollen Gange der Ideen nachspüren, auf welchem dasselbe Bild, das früh dem inneren Sinne als ein harmonisch geordnetes Ganze, Kosmos, vorschwebte, sich zuletzt wie das Ergebniß langer, mühevoll gesammelter Erfahrungen darstellt.

In diesen beiden Epochen der Weltansicht, dem ersten Erwachen des Bewußtseins der Völker und dem endlichen,

gleichzeitigen Anbau aller Zweige der Cultur, spiegeln sich zwei Arten des Genusses ab. Den einen erregt, in dem offenen kindlichen Sinne des Menschen, der Eintritt in die freie Natur und das dunkle Gefühl des Einklangs, welcher in dem ewigen Wechsel ihres stillen Treibens herrscht. Der andere Genuß gehört der vollendeteren Bildung des Geschlechts und dem Reflex dieser Bildung auf das Individuum an: er entspringt aus der Einsicht in die Ordnung des Weltalls und in das Zusammenwirken der physischen Kräfte. So wie der Mensch sich nun Organe schafft, um die Natur zu befragen und den engen Raum seines flüchtigen Daseins zu überschreiten, wie er nicht mehr bloß beobachtet, sondern Erscheinungen unter bestimmten Bedingungen hervorzurufen weiß, wie endlich die Philosophie der Natur, ihrem alten dichterischen Gewande entzogen, den ernsten Charakter einer denkenden Betrachtung des Beobachteten annimmt; treten klare Erkenntniß und Begrenzung an die Stelle dumpfer Ahndungen und unvollständiger Inductionen. Die dogmatischen Ansichten der vorigen Jahrhunderte leben dann nur fort in den Vorurtheilen des Volks und in gewissen Disciplinen, die, in dem Bewußtsein ihrer Schwäche, sich gern in Dunkelheit hüllen. Sie erhalten sich auch als ein lästiges Erbtheil in den Sprachen, die sich durch symbolisirende Kunstwörter und geistlose Formen verunstalten. Nur eine kleine Zahl sinniger Bilder der Phantasie, welche, wie vom Dufte der Urzeit umflossen, auf uns gekommen sind, gewinnen bestimmtere Umrisse und eine erneuerte Gestalt.

Die Natur ist für die denkende Betrachtung Einheit in der Vielheit, Verbindung des Mannigfaltigen in Form

und Miſchung, Inbegriff der Naturdinge und Naturkräfte, als ein lebendiges Ganze. Das wichtigſte Reſultat des ſinnigen phyſiſchen Forſchens iſt daher dieſes: in der Mannigfaltigkeit die Einheit zu erkennen, von dem Individuellen alles zu umfaſſen, was die Entdeckungen der letzteren Zeitalter uns darbieten, die Einzelheiten prüfend zu ſondern und doch nicht ihrer Maſſe zu unterliegen, der erhabenen Beſtimmung des Menſchen eingedenk, den Geiſt der Natur zu ergreifen, welcher unter der Decke der Erſcheinungen verhüllt liegt. Auf dieſem Wege reicht unſer Beſtreben über die enge Grenze der Sinnenwelt hinaus, und es kann uns gelingen, die Natur begreifend, den rohen Stoff empiriſcher Anſchauung gleichſam durch Ideen zu beherrſchen.

Wenn wir zuvörderſt über die verſchiedenen Stufen des Genuſſes nachdenken, welchen der Anblick der Natur gewährt, ſo finden wir, daß die erſte unabhängig von der Einſicht in das Wirken der Kräfte, ja faſt unabhängig von dem eigenthümlichen Charakter der Gegend iſt, die uns umgiebt. Wo in der Ebene, einförmig, geſellige Pflanzen den Boden bedecken und auf grenzenloſer Ferne das Auge ruht, wo des Meeres Wellen das Ufer ſanft beſpülen und durch Ulven und grünenden Seetang ihren Weg bezeichnen: überall durchdringt uns das Gefühl der freien Natur, ein dumpfes Ahnen ihres „Beſtehens nach inneren ewigen Geſetzen". In ſolchen Anregungen ruht eine geheimnißvolle Kraft; ſie ſind erheiternd und lindernd, ſtärken und erfriſchen den ermüdeten Geiſt, beſänftigen oft das Gemüth, wenn es ſchmerzlich in ſeinen Tiefen erſchüttert oder vom wilden Drange der Leidenſchaften bewegt iſt. Was ihnen

ernſtes und feierliches beiwohnt, entſpringt aus dem faſt bewußtloſen Gefühle höherer Ordnung und innerer Geſetzmäßigkeit der Natur; aus dem Eindruck ewig wiederkehrender Gebilde, wo in dem Beſonderſten des Organismus das Allgemeine ſich ſpiegelt; aus dem Contraſte zwiſchen dem ſittlich Unendlichen und der eigenen Beſchränktheit, der wir zu entfliehen ſtreben. In jedem Erdſtriche, überall wo die wechſelnden Geſtalten des Thier- und Pflanzenlebens ſich darbieten, auf jeder Stufe intellectueller Bildung ſind dem Menſchen dieſe Wohlthaten gewährt.

Ein anderer Naturgenuß, ebenfalls nur das Gefühl anſprechend, iſt der, welchen wir, nicht dem bloßen Eintritt in das Freie (wie wir tief bedeutſam in unſerer Sprache ſagen), ſondern dem individuellen Charakter einer Gegend, gleichſam der phyſiognomiſchen Geſtaltung der Oberfläche unſeres Planeten verdanken. Eindrücke ſolcher Art ſind lebendiger, beſtimmter und deshalb für beſondere Gemüthszuſtände geeignet. Bald ergreift uns die Größe der Naturmaſſen im wilden Kampfe der entzweiten Elemente oder, ein Bild des Unbeweglich-Starren, die Oede der unermeßlichen Grasfluren und Steppen, wie in dem geſtaltloſen Flachlande der Neuen Welt und des nördlichen Aſiens; bald feſſelt uns, freundlicheren Bildern hingegeben, der Anblick der bebauten Flur, die erſte Anſiedelung des Menſchen, von ſchroffen Felsſchichten umringt, am Rande des ſchäumenden Gießbachs. Denn es iſt nicht ſowohl die Stärke der Anregung, welche die Stufen des individuellen Naturgenuſſes bezeichnet, als der beſtimmte Kreis von Ideen und Gefühlen, die ſie erzeugen und welchen ſie Dauer verleihen.

Darf ich mich hier der eigenen Erinnerung großer Naturſcenen überlaſſen, ſo gedenke ich des Oceans, wenn in der Milde tropiſcher Nächte das Himmelsgewölbe ſein planetariſches, nicht funkelndes Sternenlicht über die ſanftwogende Wellenfläche ergießt; oder der Waldthäler der Cordilleren, wo mit kräftigem Triebe hohe Palmenſtämme das düſtere Laubdach durchbrechen und als Säulengänge hervorragen, „ein Wald über dem Walde“ [1]; oder des Pics von Teneriffa, wenn horizontale Wolkenſchichten den Aſchenkegel von der unteren Erdfläche trennen, und plötzlich durch eine Oeffnung, die der aufſteigende Luftſtrom bildet, der Blick von dem Rande des Kraters ſich auf die weinbekränzten Hügel von Orotava und die Hesperidengärten der Küſte hinabſenkt. In dieſen Scenen iſt es nicht mehr das ſtille, ſchaffende Leben der Natur, ihr ruhiges Treiben und Wirken, die uns anſprechen; es iſt der individuelle Charakter der Landſchaft, ein Zuſammenfließen der Umriſſe von Wolken, Meer und Küſten im Morgenduſte der Inſeln; es iſt die Schönheit der Pflanzenformen und ihrer Gruppirung. Denn das Ungemeſſene, ja ſelbſt das Schreckliche in der Natur, alles was unſere Faſſungskraft überſteigt, wird in einer romantiſchen Gegend zur Quelle des Genuſſes. Die Phantaſie übt dann das freie Spiel ihrer Schöpfungen an dem, was von den Sinnen nicht vollſtändig erreicht werden kann; ihr Wirken nimmt eine andere Richtung bei jedem Wechſel in der Gemüthsſtimmung des Beobachters. Getäuſcht, glauben wir von der Außenwelt zu empfangen, was wir ſelbſt in dieſe gelegt haben.

Wenn nach langer Seefahrt, fern von der Heimath, wir zum erſten Male ein Tropenland betreten, erfreut uns,

an ſchroffen Felswänden, der Anblick derſelben Gebirgsarten (des Thonſchiefers oder des baſaltartigen Mandelſteins), die wir auf europäiſchem Boden verließen und deren Allverbreitung zu beweiſen ſcheint, es habe die alte Erdrinde ſich unabhängig von dem äußeren Einfluß der jetzigen Klimate gebildet; aber dieſe wohlbekannte Erdrinde iſt mit den Geſtalten einer fremdartigen Flora geſchmückt. Da offenbart ſich uns, den Bewohnern der nordiſchen Zone, von ungewohnten Pflanzenformen, von der überwältigenden Größe des tropiſchen Organismus und einer exotiſchen Natur umgeben, die wunderbar aneignende Kraft des menſchlichen Gemüthes. Wir fühlen uns ſo mit allem Organiſchen verwandt, daß, wenn es anfangs auch ſcheint, als müſſe die heimiſche Landſchaft, wie ein heimiſcher Volksdialekt, uns zutraulicher, und durch den Reiz einer eigenthümlichen Natürlichkeit uns inniger anregen als jene fremde üppige Pflanzenfülle, wir uns doch bald in dem Palmen-Klima der heißen Zone eingebürgert glauben. Durch den geheimnißvollen Zuſammenhang aller organiſchen Geſtaltung (und unbewußt liegt in uns das Gefühl der Nothwendigkeit dieſes Zuſammenhangs) erſcheinen unſerer Phantaſie jene exotiſchen Formen wie erhöht und veredelt aus denen, die unſere Kindheit umgaben. So leiten dunkle Gefühle und die Verkettung ſinnlicher Anſchauungen, wie ſpäter die Thätigkeit der combinirenden Vernunft, zu der Erkenntniß, welche alle Bildungsſtufen der Menſchheit durchdringt, daß ein gemeinſames, geſetzliches und darum ewiges Band die ganze lebendige Natur umſchlinge.

Es iſt ein gewagtes Unternehmen, den Zauber der Sinnenwelt einer Zergliederung ſeiner Elemente zu unterwerfen.

Denn der großartige Charakter einer Gegend ist vorzüglich dadurch bestimmt, daß die eindrucksreichsten Naturerscheinungen gleichzeitig vor die Seele treten, daß eine Fülle von Ideen und Gefühlen gleichzeitig erregt werde. Die Kraft einer solchen über das Gemüth errungenen Herrschaft ist recht eigentlich an die Einheit des Empfundenen, des Nicht-Entfalteten geknüpft. Will man aber aus der objectiven Verschiedenheit der Erscheinungen die Stärke des Totalgefühls erklären, so muß man sondernd in das Reich bestimmter Naturgestalten und wirkender Kräfte hinabsteigen. Den mannigfaltigsten und reichsten Stoff für diese Art der Betrachtungen gewährt die landschaftliche Natur im südlichen Asien oder im Neuen Continent, da wo hohe Gebirgsmassen den Boden des Luftmeers bilden und wo dieselben vulkanischen Mächte, welche einst die lange Andesmauer aus tiefen Erdspalten emporgehoben, jetzt noch ihr Werk zum Schrecken der Anwohner oft erschüttern.

Naturgemälde, nach leitenden Ideen an einander gereihet, sind nicht allein dazu bestimmt unseren Geist angenehm zu beschäftigen; ihre Reihenfolge kann auch die Graduation der Natureindrücke bezeichnen, deren allmälig gesteigerten Intensität wir aus der einförmigen Leere pflanzenloser Ebenen bis zu der üppigen Blüthenfülle der heißen Zone gefolgt sind. Wenn man als ein Spiel der Phantasie den Pilatus auf das Schreckhorn [2], oder unsere Sudetische Schneekoppe auf den Montblanc aufthürmt, so hat man noch nicht eine der größten Höhen der Andeskette, den Chimborazo, die doppelte Höhe des Aetna erreicht; wenn man auf den Chimborazo den Rigi oder den Athos thürmt, so schaffen wir uns ein Bild von dem höchsten Gipfel des

Himalaya-Gebirges, dem Dhawalagiri. Obgleich das indiſche Gebirge in der Größe ſeiner coloſſalen, jetzt durch wiederholte Meſſung wohl beſtimmten Maſſen die Andeskette weit übertrifft, ſo gewährt ihr Anblick doch nicht die Mannigfaltigkeit der Erſcheinungen, welche die Cordilleren von Südamerika charakteriſiren. Höhe allein beſtimmt nicht den Eindruck der Natur. Die Himalaya-Kette liegt ſchon weit außerhalb der Grenze tropiſcher Klimate. Kaum verirrt ſich eine Palme [3] bis in die ſchönen Thäler der Vorgebirge von Nepaul und Kumaon. Unter dem 28ſten und 34ſten Grade der Breite, am Abhange des alten Paropamiſus, entfaltet die vegetabiliſche Natur nicht mehr die Fülle baumartiger Farnkräuter und Gräſer, großblüthiger Orchideen und Bananen-Gewächſe, welche unter den Wendekreiſen bis zu den Hochebenen hinaufſteigen. Unter dem Schatten der cederartigen Deodwara-Fichte und großblättriger Eichen bedecken das granitartige Geſtein europäiſche und nordaſiatiſche Pflanzenformen. Es ſind nicht dieſelben Arten, aber ähnliche Gebilde: Wachholder, Alpen-Birken, Gentianen, Parnaſſien und ſtachliche Ribes-Arten. [4] Dem Himalaya fehlen die wechſelnden Erſcheinungen thätiger Vulkane, welche in der indiſchen Inſelwelt drohend an das innere Leben der Erde mahnen. Auch fängt, wenigſtens an ſeinem ſüdlichen Abhange, wo die feuchtere Luft Hinduſtans ihren Waſſergehalt abſetzt, der ewige Schnee meiſt ſchon in der Höhe von eilf- bis zwölftauſend Fuß an, und ſetzt ſo der Entwicklung des organiſchen Lebens eine frühere Grenze als in den Aequinoctial-Gegenden von Südamerika, wo der Organismus faſt zweitauſend ſechshundert Fuß höher verbreitet iſt. [5]

Die dem Aequator nahe Gebirgsgegend hat einen anderen nicht genugſam beachteten Vorzug: es iſt der Theil der Oberfläche unſres Planeten, wo im engſten Raume die Mannigfaltigkeit der Natureindrücke ihr Maximum erreicht. In der tiefgefurchten Andeskette von Neu-Granada und Quito iſt es dem Menſchen gegeben, alle Geſtalten der Pflanzen und alle Geſtirne des Himmels gleichzeitig zu ſchauen. Ein Blick umfaßt Heliconien, hochgefiederte Palmen, Bambuſen, und über dieſen Formen der Tropenwelt: Eichenwälder, Mespilus-Arten und Dolden-Gewächſe, wie in unſrer deutſchen Heimath; ein Blick umfaßt das ſüdliche Kreuz, die Magelhaniſchen Wolken und die leitenden Sterne des Bären, die um den Nordpol kreiſen. Dort öffnen der Erde Schooß und beide Hemiſphären des Himmels den ganzen Reichthum ihrer Erſcheinungen und verſchiedenartigen Gebilde; dort ſind die Klimate, wie die durch ſie beſtimmten Pflanzen-Zonen ſchichtenweiſe über einander gelagert; dort die Geſetze abnehmender Wärme, dem aufmerkſamen Beobachter verſtändlich, mit ewigen Zügen in die Felſenwände der Andeskette, am Abhange des Gebirges, eingegraben. Um dieſe Verſammlung nicht mit Ideen zu ermüden, die ich verſucht habe[6] in einem eigenen Werke über die Geographie der Pflanzen bildlich darzuſtellen, hebe ich hier nur einige wenige Erinnerungen aus dem „Naturgemälde der Tropengegend“ hervor. Was in dem Gefühle umrißlos und duftig, wie Bergluft, verſchmilzt, kann von der, nach dem Cauſalzuſammenhang der Erſcheinungen grübelnden Vernunft nur in einzelne Elemente zerlegt, als Ausdruck eines individuellen Naturcharakters, begriffen werden. Aber in dem wiſſenſchaftlichen

Kreise, wie in den heiteren Kreisen der Landschaft-Dichtung und Landschaft-Malerei, gewinnt die Darstellung um so mehr an Klarheit und objectiver Lebendigkeit, als das Einzelne bestimmt aufgefaßt und begrenzt ist.

Sind die tropischen Länder eindrucksreicher für das Gemüth durch Fülle und Ueppigkeit der Natur, so sind sie zugleich auch (und dieser Gesichtspunkt ist der wichtigste in dem Ideengange, den ich hier verfolge) vorzugsweise dazu geeignet, durch einförmige Regelmäßigkeit in den meteorologischen Processen des Luftkreises und in der periodischen Entwicklung des Organismus, durch scharfe Scheidung der Gestalten bei senkrechter Erhebung des Bodens, dem Geiste die gesetzmäßige Ordnung der Himmelsräume, wie abgespiegelt in dem Erdeleben, zu zeigen. Mögen wir einige Augenblicke bei diesem Bilde der Regelmäßigkeit, die selbst an Zahlenverhältnisse geknüpft ist, verweilen!

In den heißen Ebenen, die sich wenig über die Meeresfläche der Südsee erheben, herrscht die Fülle der Pisang-Gewächse, der Cycadeen und Palmen; ihr folgen, von hohen Thalwänden beschattet, baumartige Farnkräuter und, in üppiger Naturkraft, von kühlem Wolkennebel unaufhörlich getränkt und erfrischt, die Cinchonen, welche die lange verkannte wohlthätige Fieberrinde geben. Wo der hohe Baumwuchs aufhört, blühen, gesellig an einander gedrängt, Aralien, Thibaudien und myrtenblättrige Andromeden. Einen purpurrothen Gürtel bildet die Alpenrose der Cordilleren, die harzreiche Befaria. Dann verschwinden allmälig, in der stürmischen Region der Paramos, die höheren Gesträuche und die großblüthigen Kräuter. Rasen-tragende

Monocotyledonen bedecken einförmig den Boden: eine unabsehbare Grasflur, gelb leuchtend in der Ferne; hier weiden einsam das Kameel-Schaf und die von den Europäern eingeführten Rinder. Wo die nackten Felsklippen trachytartigen Gesteins sich aus der Rasendecke emporheben, da entwickeln sich, bei mangelnder Dammerde, nur noch Pflanzen niederer Organisation: die Schaar der Flechten, welche der dünne, kohlenstoffarme Luftkreis dürftig ernährt, Parmelien, Lecideen und der vielfarbige Keimstaub der Leprarien. Inseln frisch gefallenen Schnees verhüllen hier die letzten Regungen des Pflanzenlebens, bis, scharf begrenzt, die Zone des ewigen Eises beginnt. Durch die weißen, wahrscheinlich hohlen, glockenförmigen Gipfel streben, doch meist vergebens, die unterirdischen Mächte auszubrechen. Wo es ihnen gelungen ist durch runde, kesselförmige Feuerschlünde oder langgedehnte Spalten mit dem Luftkreise in bleibenden Verkehr zu treten, da stoßen sie, fast nie Laven, aber Kohlensäure, Schwefelhydrate und heiße Wasserdämpfe aus.

Ein so erhabenes Schauspiel konnte bei den Bewohnern der Tropenwelt, in dem ersten Andrange roher Naturgefühle, nur Bewunderung und dumpfes Erstaunen erregen. Der innere Zusammenhang großer, periodisch wiederkehrender Erscheinungen, die einfachen Gesetze, nach denen diese Erscheinungen sich zonenweise gruppiren, bieten sich dort allerdings dem Menschen in größerer Klarheit dar; aber bei den Ursachen, welche in vielen Theilen dieses glücklichen Erdstrichs dem localen Entstehen hoher Gesittung entgegentreten, sind die Vortheile eines leichteren Erkennens jener Gesetze (so weit geschichtliche Kunde reicht) unbenutzt geblieben. Gründliche Untersuchungen der neuesten Zeit haben es mehr als zweifelhaft

gemacht, daß der eigentliche Urſitz indiſcher Cultur, einer der herrlichſten Blüthen des Menſchengeſchlechts, deren ſüdöſtlichſte Verbreitung Wilhelm v. Humboldt in ſeinem großen Werke[7] „über die Kawi-Sprache“ entwickelt hat, innerhalb der Wendekreiſe geweſen ſei. Airyana Vaedjô, das alte Zendland, lag im Nordweſten des oberen Indus; und nach dem religiöſen Zwieſpalt, dem Abfall der Iranier vom brahmaniſchen Inſtitute und ihrer Trennung von den Indern hat bei dieſen die urſprünglich gemeinſchaftliche Sprache ihre eigenthümliche Geſtaltung, wie das bürgerliche Weſen ſeine Ausbildung im Magadha[8] oder Madhya Deſa, zwiſchen der kleinen Windhya-Kette und dem Himalaya, erlangt.

Tiefere Einſicht in das Wirken der phyſiſchen Kräfte, hat ſich (trotz der Hinderniſſe, welche, unter höheren Breiten, verwickelte örtliche Störungen in den Naturproceſſen des Dunſtkreiſes oder in der klimatiſchen Verbreitung organiſcher Gebilde dem Auffinden allgemeiner Geſetze entgegenſtellen) doch nur, wenn gleich ſpät, bei den Volksſtämmen gefunden, welche die gemäßigte Zone unſerer Hemiſphäre bewohnen. Von daher iſt dieſe Einſicht in die Tropenregion und in die ihr nahen Länder durch Völkerzüge und fremde Anſiedler gebracht worden: eine Verpflanzung wiſſenſchaftlicher Cultur, die auf das intellectuelle Leben und den induſtriellen Wohlſtand der Colonien, wie der Mutterſtaaten, gleich wohlthätig eingewirkt hat. Wir berühren hier den Punkt, wo, in dem Contact mit der Sinnenwelt, zu den Anregungen des Gemüthes ſich noch ein anderer Genuß geſellt, ein Naturgenuß, der aus Ideen entſpringt: da wo in dem Kampf der ſtreitenden Elemente

das Ordnungsmäßige, Geſetzliche nicht bloß geahndet, ſondern vernunftmäßig erkannt wird, wo der Menſch, wie der unſterbliche Dichter[9] ſagt:

„ſucht den ruhenden Pol in der Erſcheinungen Flucht".

Um dieſen Naturgenuß, der aus Ideen entſpringt, bis zu ſeinem erſten Keime zu verfolgen, bedarf es nur eines flüchtigen Blicks auf die Entwickelungsgeſchichte der Philoſophie der Natur oder der alten Lehre vom Kosmos.

Ein dumpfes, ſchauervolles Gefühl von der Einheit der Naturgewalten, von dem geheimnißvollen Bande, welches das Sinnliche und Ueberſinnliche verknüpft, iſt allerdings (und meine eigenen Reiſen haben es beſtätigt) ſelbſt wilden Völkern eigen. Die Welt, die ſich dem Menſchen durch die Sinne offenbart, ſchmilzt, ihm ſelbſt faſt unbewußt, zuſammen mit der Welt, welche er, inneren Anklängen folgend, als ein großes Wunderland, in ſeinem Buſen aufbaut. Dieſe aber iſt nicht der reine Abglanz von jener; denn ſo wenig auch noch das Aeußere von dem Inneren ſich loszureißen vermag, ſo wirkt doch ſchon unaufhaltſam, bei den roheſten Völkern, die ſchaffende Phantaſie und die ſymboliſirende Ahndung des Bedeutſamen in den Erſcheinungen. Was bei einzelnen mehr begabten Individuen ſich als Rudiment einer Naturphiloſophie, gleichſam als eine Vernunftanſchauung darſtellt, iſt bei ganzen Stämmen das Product inſtinctiver Empfänglichkeit. Auf dieſem Wege, in der Tiefe und Lebendigkeit dumpfer Gefühle, liegt zugleich der erſte Antrieb zum Cultus, die Heiligung der erhaltenden, wie der zerſtörenden Naturkräfte. Wenn nun der Menſch, indem er die verſchiedenen Entwicklungsſtufen ſeiner Bildung durchläuft, minder an den Boden gefeſſelt,

sich allmälig zu geistiger Freiheit erhebt, genügt ihm nicht mehr ein dunkles Gefühl, die stille Ahndung von der Einheit aller Naturgewalten. Das zergliedernde und ordnende Denkvermögen tritt in seine Rechte ein; und wie die Bildung des Menschengeschlechts, so wächst gleichmäßig mit ihr, bei dem Anblick der Lebensfülle, welche durch die ganze Schöpfung fließt, der unaufhaltsame Trieb, tiefer in den ursachlichen Zusammenhang der Erscheinungen einzudringen.

Schwer ist es, einem solchen Triebe schnelle und doch sichere Befriedigung zu gewähren. Aus unvollständigen Beobachtungen und noch unvollständigeren Inductionen entstehen irrige Ansichten von dem Wesen der Naturkräfte, Ansichten, die, durch bedeutsame Sprachformen gleichsam verkörpert und erstarrt, sich, wie ein Gemeingut der Phantasie, durch alle Classen einer Nation verbreiten. Neben der wissenschaftlichen Physik bildet sich dann eine andere, ein System ungeprüfter, zum Theil gänzlich mißverstandener Erfahrungs-Kenntnisse. Wenige Einzelheiten umfassend, ist diese Art der Empirik um so anmaßender, als sie keine der Thatsachen kennt, von denen sie erschüttert wird. Sie ist in sich abgeschlossen, unveränderlich in ihren Axiomen, anmaßend wie alles Beschränkte; während die wissenschaftliche Naturkunde, untersuchend und darum zweifelnd, das fest Ergründete von dem bloß Wahrscheinlichen trennt, und sich täglich durch Erweiterung und Berichtigung ihrer Ansichten vervollkommnet.

Eine solche rohe Anhäufung physischer Dogmen, welche ein Jahrhundert dem andern überliefert und aufdringt, wird aber nicht bloß schädlich, weil sie einzelne Irrthümer nährt, weil sie hartnäckig wie das Zeugniß schlecht

beobachteter Thatsachen ist; nein, sie hindert auch jede großartige Betrachtung des Weltbaus. Statt den mittleren Zustand zu erforschen, um welchen, bei der scheinbaren Ungebundenheit der Natur, alle Phänomene innerhalb enger Grenzen oscilliren, erkennt sie nur die Ausnahmen von den Gesetzen; sie sucht andere Wunder in den Erscheinungen und Formen, als die der geregelten und fortschreitenden Entwickelung. Immer ist sie geneigt, die Kette der Naturbegebenheiten zerrissen zu wähnen, in der Gegenwart die Analogie mit der Vergangenheit zu verkennen, und spielend, bald in den fernen Himmelsräumen, bald im Innern des Erdkörpers, die Ursach jener erdichteten Störungen der Weltordnung aufzufinden. Sie führt ab von den Ansichten der vergleichenden Erdkunde, die, wie Carl Ritter's großes und geistreiches Werk bewiesen hat, nur dann Gründlichkeit erlangt, wenn die ganze Masse von Thatsachen, die unter verschiedenen Himmelsstrichen gesammelt worden sind, mit Einem Blicke umfaßt, dem combinirenden Verstande zu Gebote steht.

Es ist ein besonderer Zweck dieser Unterhaltungen über die Natur, einen Theil der Irrthümer, die aus roher und unvollständiger Empirie entsprungen sind und vorzugsweise in den höheren Volksclassen (oft neben einer ausgezeichneten litterarischen Bildung) fortleben, zu berichtigen und so den Genuß der Natur durch tiefere Einsicht in ihr inneres Wesen zu vermehren. Das Bedürfniß eines solchen veredelten Genusses wird allgemein gefühlt; denn ein eigener Charakter unseres Zeitalters spricht sich in dem Bestreben aller gebildeten Stände aus, das Leben durch einen größeren Reichthum von Ideen zu verschönern. Der

ehrenvolle Antheil, welcher meinen Vorträgen in zwei Hörsälen dieser Hauptstadt geschenkt wird, zeugt für die Lebendigkeit eines solchen Bestrebens.

Ich kann daher der Besorgniß nicht Raum geben, zu welcher Beschränkung oder eine gewisse sentimentale Trübheit des Gemüths zu leiten scheinen, zu der Besorgniß, daß, bei jedem Forschen in das innere Wesen der Kräfte, die Natur von ihrem Zauber, von dem Reize des Geheimnißvollen und Erhabenen verliere. Allerdings wirken Kräfte, im eigentlichen Sinne des Worts, nur dann magisch, wie im Dunkel einer geheimnißvollen Macht, wenn ihr Wirken außerhalb des Gebietes allgemein erkannter Naturbedingungen liegt. Der Beobachter, der durch ein Heliometer oder einen prismatischen Doppelspath[10] den Durchmesser der Planeten bestimmt, Jahre lang die Meridian-Höhe desselben Sternes mißt, zwischen dichtgedrängten Nebelflecken telescopische Cometen erkennt, fühlt (und es ist ein Glück für den sichern Erfolg dieser Arbeit) seine Phantasie nicht mehr angeregt, als der beschreibende Botaniker, so lange er die Kelcheinschnitte und die Staubfäden einer Blume zählt, und in der Structur eines Laubmooses die einfachen oder doppelten, die freien oder ringförmig verwachsenen Zähne der Saamenkapsel untersucht; aber das Messen und Auffinden numerischer Verhältnisse, die sorgfältigste Beobachtung des Einzelnen bereitet zu der höheren Kenntniß des Naturganzen und der Weltgesetze vor. Dem Physiker, welcher (wie Thomas Young, Arago und Fresnel) die ungleich langen Ströme der durch Interferenz sich vernichtenden oder verstärkenden Lichtwellen mißt; dem Astronomen, der mittelst der raumdurchdringenden

Kraft der Fernröhre nach den Monden des Uranus am äußersten Rande unseres Sonnensystems forscht, oder (wie Herschel, South und Struve) aufglimmende Lichtpunkte in farbige Doppelsterne zerlegt; dem eingeweihten Blick des Botanikers, welcher die Chara-artig kreisende Bewegung der Saftkügelchen in fast allen vegetabilischen Zellen, die Einheit der Gestaltung, das ist die Verkettung der Formen in Geschlechtern und natürlichen Familien, erkennt; gewähren die Himmelsräume, wie die blüthenreiche Pflanzendecke der Erde, gewiß einen großartigern Anblick, als dem Beobachter, dessen Naturſinn noch nicht durch die Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen geschärft ist. Wir können daher dem geistreichen Burke nicht beipflichten, wenn er behauptet, daß „aus der Unwissenheit von den Dingen der Natur allein die Bewunderung und das Gefühl des Erhabenen entstehe."

Während die gemeine Sinnlichkeit die leuchtenden Gestirne an ein krystallenes Himmelsgewölbe heftet, erweitert der Astronom die räumliche Ferne; er begrenzt unsere Weltengruppe, nur um jenseits andere und andere ungezählte Gruppen (eine aufglimmende Inselflur) zu zeigen. Das Gefühl des Erhabnen, in so fern es aus der einfachen Naturanschauung der Ausdehnung zu entspringen scheint, ist der feierlichen Stimmung des Gemüths verwandt, die dem Ausdruck des Unendlichen und Freien in den Sphären ideeller Subjectivität, in dem Bereich des Geistigen angehört. Auf dieser Verwandtschaft, dieser Bezüglichkeit der sinnlichen Eindrücke beruht der Zauber des Unbegrenzten, sei es auf dem Ocean und im Luftmeere, wo dieses eine isolirte Bergspitze umgiebt, sei es im Weltraume,

in den die Nebel-auflösende Kraft großer Fernröhre unsere Einbildungskraft tief und ahnungsvoll versenkt.

Einseitige Behandlung der physikalischen Wissenschaften, endloses Anhäufen roher Materialien konnten freilich zu dem, nun fast verjährten Vorurtheile beitragen, als müßte nothwendig wissenschaftliche Erkenntniß das Gefühl erkälten, die schaffende Bildkraft der Phantasie ertödten und so den Naturgenuß stören. Wer in der bewegten Zeit, in der wir leben, noch dieses Vorurtheil nährt, der verkennt, bei dem allgemeinen Fortschreiten menschlicher Bildung, die Freuden einer höheren Intelligenz, einer Geistesrichtung, welche Mannigfaltigkeit in Einheit auflöst und vorzugsweise bei dem Allgemeinen und Höheren verweilt. Um dies Höhere zu genießen, müssen in dem mühsam durchforschten Felde specieller Naturformen und Naturerscheinungen die Einzelheiten zurückgedrängt und von dem selbst, der ihre Wichtigkeit erkannt hat und den sie zu größeren Ansichten geleitet, sorgfältig verhüllt werden.

Zu den Besorgnissen über den Verlust eines freien Naturgenusses unter dem Einfluß denkender Betrachtung oder wissenschaftlicher Erkenntniß gesellen sich auch die, welche aus dem, nicht Allen erreichbaren Maaße dieser Erkenntniß oder dem Umfange derselben geschöpft werden. In dem wundervollen Gewebe des Organismus, in dem ewigen Treiben und Wirken der lebendigen Kräfte führt allerdings jedes tiefere Forschen an den Eingang neuer Labyrinthe. Aber gerade diese Mannigfaltigkeit unbetretener, vielverschlungener Wege erregt auf allen Stufen des Wissens freudiges Erstaunen. Jedes Naturgesetz, das sich dem Beobachter offenbart, läßt auf ein höheres, noch

unerkanntes schließen; denn die Natur ist, wie Carus[11] trefflich sagt, und wie das Wort selbst dem Römer und dem Griechen andeutete, „das ewig Wachsende, ewig im Bilden und Entfalten Begriffene". Der Kreis der organischen Typen erweitert sich, je mehr die Erdräume auf Land- und Seereisen durchsucht, die lebendigen Organismen mit den abgestorbenen verglichen, die Mikroskope vervollkommnet und verbreitet werden. In der Mannigfaltigkeit und im periodischen Wechsel der Lebensgebilde erneuert sich unablässig das Urgeheimniß aller Gestaltung, ich sollte sagen, das von Göthe so glücklich behandelte Problem der Metamorphose, eine Lösung, die dem Bedürfniß nach einem idealen Zurückführen der Formen auf gewisse Grundtypen entspricht. Mit wachsender Einsicht vermehrt sich das Gefühl von der Unermeßlichkeit des Naturlebens; man erkennt, daß auf der Feste, in der Lufthülle, welche die Feste umgiebt, in den Tiefen des Oceans, wie in den Tiefen des Himmels, dem kühnen wissenschaftlichen Eroberer[12], auch nach Jahrtausenden, nicht „der Weltraum fehlen wird".

Allgemeine Ansichten des Geschaffenen (sei es der Materie, zu fernen Himmelskörpern geballt, sei es der uns nahen tellurischen Erscheinungen) sind nicht allein anziehender und erhebender, als die speciellen Studien, welche abgesonderte Theile des Naturwissens umfassen; sie empfehlen sich auch vorzugsweise denen, die wenig Muße auf Beschäftigungen dieser Art verwenden können. Die naturbeschreibenden Disciplinen sind meist nur für gewisse Lagen geeignet; sie gewähren nicht dieselbe Freude zu jeder Jahrszeit, in jedem Lande, das wir bewohnen.

Der unmittelbaren Anschauung der Naturkörper, die sie erheischen, müssen wir in unserer nördlichen Zone oft lange entbehren; und ist unser Interesse auf eine bestimmte Classe von Gegenständen beschränkt, so gewähren uns selbst die trefflichsten Berichte reisender Naturforscher keinen Genuß, wenn darin gerade solche Gegenstände unberührt bleiben, auf welche unsere Studien gerichtet sind.

Wie die Weltgeschichte, wo es ihr gelingt, den wahren ursachlichen Zusammenhang der Begebenheiten darzustellen, viele Räthsel in den Schicksalen der Völker und ihrem intellectuellen, bald gehemmten, bald beschleunigten Fortschreiten löset; so würde auch eine physische Weltbeschreibung, geistreich und mit gründlicher Kenntniß des bereits Entdeckten aufgefaßt, einen Theil der Widersprüche heben, welche die streitenden Naturkräfte in ihrer zusammengesetzten Wirkung dem ersten Anschauen darbieten. Generelle Ansichten erhöhen den Begriff von der Würde und der Größe der Natur; sie wirken läuternd und beruhigend auf den Geist, weil sie gleichsam den Zwiespalt der Elemente durch Auffindung von Gesetzen zu schlichten streben, von Gesetzen, die in dem zarten Gewebe irdischer Stoffe, wie in dem Archipel dichtgedrängter Nebelflecke und in der schauderhaften Leere weltenarmer Wüsten walten. Generelle Ansichten gewöhnen uns, jeden Organismus als Theil des Ganzen zu betrachten, in der Pflanze und im Thier minder das Individuum oder die abgeschlossene Art, als die mit der Gesammtheit der Bildungen verkettete Naturform zu erkennen; sie erweitern unsere geistige Existenz und setzen uns, auch wenn wir in ländlicher Abgeschiedenheit leben, in Berührung mit dem ganzen Erdkreise. Durch sie erhält die Kunde

von dem, was durch Seefahrten nach dem fernen Pole oder auf den neuerlichſt faſt unter allen Breiten errichteten Stationen über das gleichzeitige Eintreten magnetiſcher Ungewitter erforſcht wird, einen unwiderſtehlichen Reiz; ja wir erlangen ein Mittel, ſchnell den Zuſammenhang zu errathen, in dem die Reſultate neuer Beobachtungen mit den früher erkannten Erſcheinungen ſtehen.

Wer kann, um eines Gegenſtandes im Weltraume zu erwähnen, der in den letztverfloſſenen Jahren die allgemeinſte Aufmerkſamkeit auf ſich zog, wer kann ohne generelle Kenntniß von dem gewöhnlichen Cometenlaufe einſehen, wie folgenreich Encke's Entdeckung ſei, nach der ein Comet, welcher in ſeiner elliptiſchen Bahn nie aus unſerem Planetenſyſteme heraustritt, die Exiſtenz eines ſeine Wurfkraft hemmenden Fluidums offenbart? Bei einer ſich ſchnell verbreitenden Halbcultur, welche wiſſenſchaftliche Reſultate in das Gebiet der geſelligen Unterhaltung, aber entſtellt hinüberzieht, nimmt die alte Beſorgniß über ein gefahrdrohendes Zuſammentreffen von Weltkörpern oder über kosmiſche Urſachen in der vermeinten Verſchlechterung der Klimate eine veränderte und darum noch trügeriſchere Geſtalt an. Klare Anſicht der Natur, wenn auch nur eine hiſtoriſche, bewahrt vor den Anmaßungen einer dogmatiſirenden Phantaſie. Sie lehrt, daß der Enckiſche Comet, der ſchon in 1200 Tagen ſeinen Lauf vollendet, wegen der Geſtalt und der Lage ſeiner Bahn, harmlos für die Erdbewohner, harmlos wie der große ſechs und ſiebenzig jährige Halleyſche Comet von 1759 und 1835 iſt, daß ein anderer Comet von kurzer (ſechsjähriger) Umlaufszeit, der Bielaſche, allerdings die Erdbahn ſchneidet, doch nur dann

uns nahe kommen kann, wenn seine Sonnennähe in die Zeit des Wintersolstitiums fällt.

Die Quantität Wärme, welche ein Weltkörper empfängt und deren Vertheilung die großen meteorologischen Processe des Luftkreises bestimmt, wird zugleich durch die lichtentbindende Kraft der Sonne (die Beschaffenheit ihrer Oberfläche) und die relative Lage der Sonne und des Planeten modificirt; aber die periodischen Veränderungen, welche, nach den allgemeinen Gesetzen der Gravitation, die Gestalt der Erdbahn und die Schiefe der Ecliptik (die Neigung der Erdachse gegen die Ebene der Erdbahn) erleiden, sind so langsam und in so enge Grenzen eingeschlossen, daß die Wirkungen kaum nach mehreren tausend Jahren unseren jetzigen wärmemessenden Instrumenten erkennbar sein würden. Kosmische Ursachen der Temperaturabnahme, der Wasserverminderung und der Epidemien, deren in neueren Zeiten, wie einst im Mittelalter, Erwähnung geschieht, liegen daher ganz außerhalb des Bereichs unserer wirklichen Erfahrung.

Soll ich andere Beispiele der physischen Astronomie entlehnen, welche ohne generelle Kenntniß des bisher Beobachteten kein Interesse erregen können, so erwähne ich der elliptischen Bewegung mehrerer Tausende von ungleichfarbigen Doppelsternen um einander oder vielmehr um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt; der periodischen Seltenheit der Sonnenflecke; des seit so vielen Jahren regelmäßigen Erscheinens zahlloser Sternschnuppen, die wahrscheinlich planetenartig kreisen und in ihren Bahnen am 12ten oder 13ten November, ja, wie man später erkannt, auch gegen das Fest des Heiligen Laurentius, am 10ten oder 11ten August, unsere Erdbahn schneiden.

Auf ähnliche Weise werden nur generelle Ansichten des Kosmos den Zusammenhang ahnden lassen zwischen der durch Bessel's Scharfblick vollendeten Theorie der Pendelschwingung im luftvollen Raume und der inneren Dichtigkeit, ich könnte sagen der Erstarrungsstufe unseres Planeten; zwischen der Erzeugung körniger Gebirgsarten in bandartigen Lavaströmen, am Abhange noch jetzt thätiger Vulkane, und den endogenen granit-, porphyr- und serpentinsteinartigen Massen, welche, aus dem Innern der Erde hervorgeschoben, einst die Flötzgebirge durchbrochen und mannigfaltig (erhärtend, verkieselnd, dolomitisirend, krystallerzeugend) auf sie eingewirkt haben; zwischen der Hebung von Inseln und Kegelbergen durch elastische Kräfte und der Hebung ganzer Bergketten und Continente, ein Zusammenhang, der von dem größten Geognosten unserer Zeit, Leopold von Buch, erkannt und durch eine Reihe geistreicher Beobachtungen dargethan worden ist. Solches Emportreiben von körnigen Gebirgsmassen und Flötzschichten (wie noch neuerlichst, am Meeresufer von Chili, bei einem Erdbeben, in weiter Erstreckung) läßt die Möglichkeit einsehen, daß Petrefacte von Seemuscheln, welche ich mit Bonpland in 14,000 Fuß Höhe, auf dem Rücken der Andeskette, gesammelt, nicht durch eine allgemeine Wasserbedeckung, sondern durch vulkanische Hebungskräfte in diese Lage gekommen sind.

Vulkanismus nenne ich aber im allgemeinsten Sinne des Worts, sei es auf der Erde oder auf ihrem Trabanten, dem Monde, die Reaction, welche das Innere eines Planeten auf seine Rinde ausübt. Wer die Versuche über die mit der Tiefe zunehmende Wärme nicht kennt (Versuche,

nach welchen berühmte Physiker vermuthen [13], daß 5 geogr. Meilen unter der Oberfläche eine Granit-schmelzende Glühhitze herrsche), dem müssen viele neuere Beobachtungen über die Gleichzeitigkeit vulkanischer Ausbrüche, die eine große Länderstrecke trennt, über die Grenzen der Erschütterungskreise bei Erdbeben, über die Beständigkeit der Temperatur heißer Mineralquellen, wie über die Temperaturverschiedenheit artesischer Brunnen von ungleicher Tiefe, unverständlich bleiben. Und doch wirft diese Kenntniß der inneren Erdwärme ein dämmerndes Licht auf die Urgeschichte unseres Planeten. Sie zeigt die Möglichkeit einstmaliger allverbreiteter tropischer Klimate, als Folge offener, Wärme ausströmender Klüfte in der neu erhärteten oxydirten Erdrinde. Sie erinnert an einen Zustand, in dem die Wärme des Luftkreises mehr von diesen Ausströmungen, von der Reaction des Innern gegen das Aeußere, als von der Stellung des Planeten gegen einen Centralkörper (die Sonne) bedingt ward.

Mannigfaltige Producte der Tropenwelt, in ihren Grabstätten verborgen, offenbart die kalte Zone dem forschenden Geognosten: Coniferen, aufgerichtete Stämme von Palmenholz, baumartige Farnkräuter, Goniatiten und Fische mit rhomboidalen Schmelzschuppen in dem alten Kohlengebirge [14]; colossale Gerippe von Crocodilen, langhalsigen Plesiosauren, Schaalen von Planuliten und Cycadeenstämme im Jura-Kalkstein; Polythalamien und Bryozoen in der Kreide, zum Theil identisch mit noch lebenden Seethieren; Agglomerate fossiler Infusionsthiere, wie sie Ehrenberg's allbelebendes Mikroskop entdeckt, in mächtigen Schichten von Polirschiefer, Halbopal und Kieselguhr;

Knochen von Hyänen, Löwen und elephantenartigen Pachydermen in Höhlen zerstreut oder von dem neuesten Schuttlande bedeckt. Bei vollständiger Kenntniß anderer Naturerscheinungen bleiben diese Producte nicht ein Gegenstand der Neugierde und des Erstaunens, sie werden, was unserer Intelligenz würdiger ist, eine Quelle vielseitigen Nachdenkens.

In der Mannigfaltigkeit der Gegenstände, die ich hier geflissentlich zusammengedrängt, bietet sich von selbst die Frage dar, ob generelle Ansichten der Natur zu einer gewissen Deutlichkeit gebracht werden können ohne ein tiefes und ernstes Studium einzelner Disciplinen, sei es der beschreibenden Naturkunde oder der Physik oder der mathematischen Astronomie? Man unterscheide sorgfältig zwischen dem Lehrenden, welcher die Auswahl und die Darstellung der Resultate übernimmt, und dem, der das Dargestellte, als ein Gegebenes, nicht selbst Gesuchtes, empfängt. Für jenen ist die genaueste Kenntniß des Speciellen unbedingt nothwendig; er sollte lange das Gebiet der einzelnen Wissenschaften durchwandert sein, selbst gemessen, beobachtet und experimentirt haben, um sich mit Zuversicht an das Bild eines Naturganzen zu wagen. Der Umfang von Problemen, deren Untersuchung der physischen Weltbeschreibung ein so hohes Interesse gewährt, ist vielleicht nicht ganz zu vollständiger Klarheit zu bringen, da wo specielle Vorkenntnisse fehlen; aber auch ohne Voraussetzung dieser können die meisten Fragen befriedigend erörtert werden. Sollte sich nicht in allen einzelnen Theilen das große Naturgemälde mit scharfen Umrissen darstellen lassen, so wird es doch wahr und anziehend genug sein,

um den Geist mit Ideen zu bereichern und die Einbildungskraft lebendig und fruchtbar anzuregen.

Man hat vielleicht mit einigem Rechte wissenschaftlichen Werken unserer Litteratur vorgeworfen, das Allgemeine nicht genugsam von dem Einzelnen, die Uebersicht des bereits Ergründeten nicht von der Herzählung der Mittel zu trennen, durch welche die Resultate erlangt worden sind. Dieser Vorwurf hat sogar den größten Dichter [15] unsrer Zeit zu dem humoristischen Ausruf verleitet: „die Deutschen besitzen die Gabe, die Wissenschaften unzugänglich zu machen". Bleibt das Gerüste stehen, so wird uns durch dasselbe der Anblick des Gebäudes entzogen. Wer kann zweifeln, daß das physische Gesetz in der Vertheilung der Continental-Massen, welche gegen Süden hin eine pyramidale Form annehmen, indem sie sich gegen Norden in der Breite ausdehnen (ein Gesetz, welches die Vertheilung der Klimate, die vorherrschende Richtung der Luftströme, das weite Vordringen tropischer Pflanzenformen in die gemäßigte südliche Zone so wesentlich bedingt), auf das klarste erkannt werden kann, ohne die geodätischen Messungen und die astronomischen Ortsbestimmungen der Küsten zu erläutern, durch welche jene Pyramidal-Formen in ihren Dimensionen bestimmt worden sind? Eben so lehrt uns die physische Weltbeschreibung, um wie viel Meilen die Aequatorial-Achse unseres Planeten größer als die Polar-Achse ist: daß die südliche Hemisphäre keine größere Abplattung als die nördliche hat; ohne daß es nöthig ist, speciell zu erzählen, wie durch Gradmessungen und Pendel-Versuche die wahre Gestalt der Erde, als eines nicht regelmäßigen, elliptischen Revolutions-Sphäroids, gefunden ist

und wie dieſe Geſtalt in der Bewegung des Mondes, eines Erd-Satelliten, ſich abſpiegelt.

Unſere Nachbarn jenſeits des Rheins beſitzen ein unſterbliches Werk, Laplace's Entwicklung des Weltſyſtems, in welchem die Reſultate der tiefſinnigſten mathematiſch-aſtronomiſchen Unterſuchungen verfloſſener Jahrhunderte, abgeſondert von den Einzelheiten der Beweiſe, vorgetragen werden. Der Bau des Himmels erſcheint darin als die einfache Löſung eines großen Problems der Mechanik. Und wohl noch nie iſt die Exposition du Système du Monde, ihrer Form wegen, der Ungründlichkeit beſchuldigt worden. Die Trennung ungleichartiger Anſichten, des Allgemeinen von dem Beſondern, iſt nicht bloß zur Klarheit der Erkenntniß nützlich, ſie giebt auch der Behandlung der Naturwiſſenſchaft einen erhabenen und ernſten Charakter. Wie von einem höheren Standpunkte, überſieht man auf einmal größere Maſſen. Wir ergötzen uns, geiſtig zu faſſen, was den ſinnlichen Kräften zu entgehen droht. Wenn die glückliche Ausbildung aller Zweige des Naturwiſſens, der ſich die letzten Decennien des verfloſſenen Jahrhunderts erfreuten, beſonders dazu geeignet iſt, das Studium ſpecieller Theile (der chemiſchen, phyſikaliſchen und naturbeſchreibenden Disciplinen) zu erweitern, ſo wird durch jene Ausbildung in noch höherem Grade der Vortrag allgemeiner Reſultate abgekürzt und erleichtert.

Je tiefer man eindringt in das Weſen der Naturkräfte, deſto mehr erkennt man den Zuſammenhang von Phänomenen, die lange, vereinzelt und oberflächlich betrachtet, jeglicher Anreihung zu widerſtreben ſchienen; deſto mehr werden Einfachheit und Gedrängtheit der Darſtellung möglich.

Es ist ein sicheres Criterium der Menge und des Werthes der Entdeckungen, die in einer Wissenschaft zu erwarten sind, wenn die Thatsachen noch unverkettet, fast ohne Beziehung auf einander dastehen, ja wenn mehrere derselben, und zwar mit gleicher Sorgfalt beobachtete, sich zu widersprechen scheinen. Diese Art der Erwartungen erregt der Zustand der Meteorologie, der neueren Optik und besonders, seit Mellon i's und Faraday's herrlichen Arbeiten, der Lehre von der Wärmestrahlung und vom Electro-Magnetismus. Der Kreis glänzender Entdeckungen ist hier noch nicht durchlaufen, ob sich gleich in der Voltaischen Säule schon ein bewundernswürdiger Zusammenhang der electrischen, magnetischen und chemischen Erscheinungen offenbart hat. Wer verbürgt uns, daß auch nur die Zahl der lebendigen, im Weltall wirkenden Kräfte bereits ergründet sei?

In meinen Betrachtungen über die wissenschaftliche Behandlung einer allgemeinen Weltbeschreibung ist nicht die Rede von Einheit durch Ableitung aus wenigen, von der Vernunft gegebenen Grundprincipien. Was ich physische Weltbeschreibung nenne (die vergleichende Erd- und Himmelskunde), macht daher keine Ansprüche auf den Rang einer rationellen Wissenschaft der Natur; es ist die denkende Betrachtung der durch Empirie gegebenen Erscheinungen, als eines Naturganzen. In dieser Beschränktheit allein konnte dieselbe, bei der ganz objectiven Richtung meiner Sinnesart, in den Bereich der Bestrebungen treten, die meine lange wissenschaftliche Laufbahn ausschließlich erfüllt haben. Ich wage mich nicht auf ein Feld, das mir fremd ist und vielleicht von Andern erfolgreicher bebaut wird. Die Einheit, welche der Vortrag einer

physischen Weltbeschreibung, wie ich mir dieselbe begrenze, erreichen kann, ist nur die, welcher sich geschichtliche Darstellungen zu erfreuen haben. Einzelheiten der Wirklichkeit, sei es in der Gestaltung oder Aneinanderreihung der Naturgebilde, sei es in dem Kampfe des Menschen gegen die Naturmächte, oder der Völker gegen die Völker, alles, was dem Felde der Veränderlichkeit und realer Zufälligkeit angehört, kann nicht aus Begriffen abgeleitet (construirt) werden. Weltbeschreibung und Weltgeschichte stehen daher auf derselben Stufe der Empirie; aber eine denkende Behandlung beider, eine sinnvolle Anordnung von Naturerscheinungen und von historischen Begebenheiten durchdringen tief mit dem Glauben an eine alte innere Nothwendigkeit, die alles Treiben geistiger und materieller Kräfte, in sich ewig erneuernden, nur periodisch erweiterten oder verengten Kreisen, beherrscht. Sie führen (und diese Nothwendigkeit ist das Wesen der Natur, sie ist die Natur selbst in beiden Sphären ihres Seins, der materiellen und der geistigen) zur Klarheit und Einfachheit der Ansichten, zu Auffindung von Gesetzen, die in der Erfahrungs-Wissenschaft als das letzte Ziel menschlicher Forschung erscheinen.

Das Studium jeglicher neuen Wissenschaft, besonders einer solchen, welche die ungemessenen Schöpfungskreise, den ganzen Weltraum umfaßt, gleicht einer Reise in ferne Länder. Ehe man sie in Gemeinschaft unternimmt, fragt man, ob sie ausführbar sei; man mißt seine eigenen Kräfte, man blickt mißtrauisch auf die Kräfte der Mitreisenden, in der vielleicht ungerechten Besorgniß, sie möchten lästige Zögerung erregen. Die Zeit, in der wir leben, vermindert die Schwierigkeit des Unternehmens. Meine Zuversicht

gründet sich auf den glänzenden Zustand der Naturwissenschaften selbst, deren Reichthum nicht mehr die Fülle, sondern die Verkettung des Beobachteten ist. Die allgemeinen Resultate, die jedem gebildeten Verstande Interesse einflößen, haben sich seit dem Ende des 18ten Jahrhunderts wundervoll vermehrt. Die Thatsachen stehen minder vereinzelt da; die Klüfte zwischen den Wesen werden ausgefüllt. Was in einem engeren Gesichtskreise, in unserer Nähe, dem forschenden Geiste lange unerklärlich blieb, wird oft durch Beobachtungen aufgehellt, die auf einer Wanderung in die entlegensten Regionen angestellt worden sind. Pflanzen- und Thier-Gebilde, die lange isolirt erschienen, reihen sich durch neu entdeckte Mittelglieder oder durch Uebergangsformen an einander. Eine allgemeine Verkettung, nicht in einfacher linearer Richtung, sondern in netzartig verschlungenem Gewebe, nach höherer Ausbildung oder Verkümmerung gewisser Organe, nach vielseitigem Schwanken in der relativen Uebermacht der Theile, stellt sich allmälig dem forschenden Natursinn dar. Schichtungs-Verhältnisse von trachytartigem Syenit-Porphyr, von Grünstein und Serpentin, die im gold- und silberreichen Ungarn, oder im Platin-Lande des Urals, oder tiefer in Asien, im südwestlichen Altai zweifelhaft blieben, werden durch geognostische Beobachtungen in den Hochebenen von Mexico und Antioquia, in den Flußthälern des Choco unerwartet aufgeklärt. Die Materialien, welche die allgemeine Erdkunde anwendet, sind nicht zufällig aufgehäuft. Unser Zeitalter erkennt, nach der Tendenz, die ihm seinen individuellen Charakter giebt, daß Thatsachen nur dann fruchtbringend werden, wenn der Reisende den dermaligen Zustand und die Bedürfnisse

der Wiſſenſchaft kennt, deren Gebiet er erweitern will, wenn Ideen, das heißt Einſicht in den Geiſt der Natur das Beobachten und Sammeln vernunftmäßig leiten.

Durch dieſe Richtung des Naturſtudiums, durch dieſen glücklichen, aber oft auch allzu leicht befriedigten Hang nach allgemeinen Reſultaten kann ein beträchtlicher Theil des Naturwiſſens das Gemeingut der gebildeten Menſchheit werden, ein gründliches Wiſſen erzeugen, nach Inhalt und Form, nach Ernſt und Würde des Vortrags, ganz von dem verſchieden, das man bis zum Ende des letzten Jahrhunderts dem populären Wiſſen genügſam zu beſtimmen pflegte. Wem daher ſeine Lage es erlaubt, ſich bisweilen aus den engen Schranken des bürgerlichen Lebens heraus zu retten, erröthend, „daß er lange fremd geblieben der Natur und ſtumpf über ſie hingehe", der wird in der Abſpiegelung des großen und freien Naturlebens einen der edelſten Genüſſe finden, welche erhöhte Vernunftthätigkeit dem Menſchen gewähren kann. Das Studium der allgemeinen Naturkunde weckt gleichſam Organe in uns, die lange geſchlummert haben. Wir treten in einen innigeren Verkehr mit der Außenwelt, bleiben nicht untheilnehmend an dem, was gleichzeitig das induſtrielle Fortſchreiten und die intellectuelle Veredlung der Menſchheit bezeichnet.

Je klarer die Einſicht iſt, welche wir in den Zuſammenhang der Phänomene erlangen, deſto leichter machen wir uns auch von dem Irrthume frei, als wären für die Cultur und den Wohlſtand der Völker nicht alle Zweige des Naturwiſſens gleich wichtig; ſei es der meſſende und beſchreibende Theil, oder die Unterſuchung chemiſcher Beſtandtheile, oder die Ergründung allgemein verbreiteter phyſiſcher Kräfte

der Materie. In der Beobachtung einer anfangs isolirt stehenden Erscheinung liegt oft der Keim einer großen Entdeckung. Als Galvani die sensible Nervenfaser durch Berührung ungleichartiger Metalle reizte, konnten seine nächsten Zeitgenossen nicht hoffen, daß die Contact-Electricität der Voltaischen Säule uns in den Alkalien silber-glänzende, auf dem Wasser schwimmende, leicht entzündliche Metalle offenbaren, daß die Säule selbst das wichtigste Instrument für die zerlegende Chemie, ein Thermoscop und ein Magnet werden würde. Als Huyghens die Lichterscheinungen des Doppelspaths zu enträthseln anfing, ahnete man nicht, daß durch den bewunderungswürdigen Scharfsinn eines Physikers unserer Zeit [16] farbige Polarisations-Phänomene dahin leiten würden, mittelst des kleinsten Fragments eines Minerals zu erkennen, ob das Licht der Sonne aus einer festen Masse, oder aus einer gasförmigen Umhüllung ausströme, ob Cometen selbstleuchtend sind, oder fremdes Licht wiedergeben.

Gleichmäßige Würdigung aller Theile des Naturstudiums ist aber vorzüglich ein Bedürfniß der gegenwärtigen Zeit, wo der materielle Reichthum und der wachsende Wohlstand der Nationen in einer sorgfältigeren Benutzung von Naturproducten und Naturkräften gegründet sind. Der oberflächlichste Blick auf den Zustand des heutigen Europa's lehrt, daß bei ungleichem Weltkampfe oder dauernder Zögerung nothwendig partielle Verminderung und endlich Vernichtung des National-Reichthums eintreten müsse; denn in dem Lebensgeschick der Staaten ist es, wie in der Natur, für die, nach dem sinnvollen Ausspruche Göthe's [17] „es im Bewegen und Werden kein Bleiben giebt und die ihren

Fluch gehängt hat an das Stillestehen." Nur ernste Belebung chemischer, mathematischer und naturhistorischer Studien wird einem von dieser Seite einbrechenden Uebel entgegnen. Der Mensch kann auf die Natur nicht einwirken, sich keine ihrer Kräfte aneignen, wenn er nicht die Naturgesetze, nach Maaß- und Zahl-Verhältnissen, kennt. Auch hier liegt die Macht in der volksthümlichen Intelligenz. Sie steigt und sinkt mit dieser. Wissen und Erkennen sind die Freude und die Berechtigung der Menschheit; sie sind Theile des National-Reichthums, oft ein Ersatz für die Güter, welche die Natur in allzu kärglichem Maaße ausgetheilt hat. Diejenigen Völker, welche an der allgemeinen industriellen Thätigkeit, in Anwendung der Mechanik und technischen Chemie, in sorgfältiger Auswahl und Bearbeitung natürlicher Stoffe zurückstehen, bei denen die Achtung einer solchen Thätigkeit nicht alle Classen durchdringt, werden unausbleiblich von ihrem Wohlstande herabsinken. Sie werden es um so mehr, wenn benachbarte Staaten, in denen Wissenschaft und industrielle Künste in regem Wechselverkehr mit einander stehen, wie in erneuerter Jugendkraft vorwärts schreiten.

Die Vorliebe für Belebung des Gewerbfleißes und für die Theile des Naturwissens, welche unmittelbar darauf einwirken (ein charakteristisches Merkmal unseres Zeitalters), kann weder den Forschungen im Gebiete der Philosophie, der Alterthumskunde und der Geschichte nachtheilig werden, noch den allbelebenden Hauch der Phantasie den edlen Werken bildender Künste entziehen. Wo, unter dem Schutze weiser Gesetze und freier Institutionen, alle Blüthen der Cultur sich kräftig entfalten, da wird im friedlichen Wettkampfe kein

Bestreben des Geistes dem andern verderblich. Jedes bietet dem Staate eigene, verschiedenartige Früchte dar: die nährenden, welche dem Menschen Unterhalt und Wohlstand gewähren, und die Früchte schaffender Einbildungskraft, die, dauerhafter als dieser Wohlstand selbst, die rühmliche Kunde der Völker auf die späteste Nachwelt tragen. Die Spartiaten beteten, trotz der Strenge dorischer Sinnesart: „die Götter möchten ihnen das Schöne zu dem Guten verleihen.“ [18]

Wie in jenen höheren Kreisen der Ideen und Gefühle, in dem Studium der Geschichte, der Philosophie und der Wohlredenheit, so ist auch in allen Theilen des Naturwissens der erste und erhabenste Zweck geistiger Thätigkeit ein innerer, nämlich das Auffinden von Naturgesetzen, die Ergründung ordnungsmäßiger Gliederung in den Gebilden, die Einsicht in den nothwendigen Zusammenhang aller Veränderungen im Weltall. Was von diesem Wissen in das industrielle Leben der Völker überströmt und den Gewerbfleiß erhöht, entspringt aus der glücklichen Verkettung menschlicher Dinge, nach der das Wahre, Erhabene und Schöne mit dem Nützlichen, wie absichtslos, in ewige Wechselwirkung treten. Vervollkommnung des Landbaus durch freie Hände und in Grundstücken von minderem Umfang, Aufblühen der Manufacturen, von einengendem Zunftzwange befreit, Vervielfältigung der Handelsverhältnisse, und ungehindertes Fortschreiten in der geistigen Cultur der Menschheit, wie in den bürgerlichen Einrichtungen, stehen (das ernste Bild der neuen Weltgeschichte bringt diesen Glauben auch dem Widerstrebendsten auf) in gegenseitigem, dauernd wirksamen Verkehr mit einander.

Ein solcher Einfluß des Naturwissens auf die Wohl-

fahrt der Nationen und auf den heutigen Zustand von Europa bedurfte hier nur einer flüchtigen Andeutung. Die Laufbahn, welche wir zu vollenden haben, ist so unermeßlich, daß es mir nicht geziemen würde, von dem Hauptziele unseres Bestrebens, der Ansicht des Naturganzen, abschweifend, das Feld geflissentlich zu erweitern. An ferne Wanderungen gewöhnt, habe ich ohnedieß vielleicht den Mitreisenden den Weg gebahnter und anmuthiger geschildert, als man ihn finden wird. Das ist die Sitte derer, die gern Andere auf den Gipfel der Berge führen. Sie rühmen die Aussicht, wenn auch ganze Theile der Gegend in Nebel verhüllt bleiben. Sie wissen, daß auch in dieser Verhüllung ein geheimnißvoller Zauber liegt, daß eine duftige Ferne den Eindruck des Sinnlich-Unendlichen hervorruft, ein Bild, das (wie ich schon oben erinnert habe) im Geist und in den Gefühlen sich ernst und ahnungsvoll spiegelt. Auch von dem hohen Standpunkte aus, auf den wir uns zu einer allgemeinen, durch wissenschaftliche Erfahrungen begründeten Weltanschauung erheben, kann nicht allen Anforderungen genügt werden. In dem Naturwissen, dessen gegenwärtigen Zustand ich hier entwickeln soll, liegt noch Manches unbegrenzt; vieles (wie sollte ich es, bei dem Umfange einer solchen Arbeit, nicht gern eingestehen?) wird nur darum unklar und unvollständig erscheinen, weil Befangenheit dem Redenden dann doppelt nachtheilig wird, wenn er sich des Gegenstandes in seiner Einzelheit minder mächtig fühlt.

Der Zweck dieses einleitenden Vortrages war nicht sowohl, die Wichtigkeit des Naturwissens zu schildern, welche allgemein anerkannt ist und längst schon jedes Lobes

entbehren kann; es lag mir vielmehr ob, zu entwickeln wie, ohne dem gründlichen Studium specieller Disciplinen zu schaden, den naturwissenschaftlichen Bestrebungen ein höherer Standpunkt angewiesen werden kann, von dem aus alle Gebilde und Kräfte sich als ein, durch innere Regung belebtes Naturganze offenbaren. Nicht ein todtes Aggregat ist die Natur: sie ist „dem begeisterten Forscher (wie Schelling in der trefflichen Rede über die bildenden Künste sich ausdrückt) die heilige, ewig schaffende Urkraft der Welt, die alle Dinge aus sich selbst erzeugt und werkthätig hervorbringt". Der bisher so unbestimmt aufgefaßte Begriff einer physischen Erdbeschreibung geht durch erweiterte Betrachtung und das Umfassen alles Geschaffenen im Erd- und Himmelsraume in den Begriff einer physischen Weltbeschreibung über. Eine dieser Benennungen ist nach der andern gebildet. Es ist aber die Weltbeschreibung oder Lehre vom Kosmos, wie ich sie auffasse, nicht etwa ein encyclopädischer Inbegriff der allgemeinsten und wichtigsten Resultate, die man einzelnen naturhistorischen, physikalischen und astronomischen Schriften entlehnt. Solche Resultate werden in der Weltbeschreibung nur als Materialien und in so fern theilweise benutzt, als sie das Zusammenwirken der Kräfte im Weltall, das sich gegenseitige Hervorrufen und Beschränken der Naturgebilde erläutern. Die räumliche und klimatische Verbreitung organischer Typen (Geographie der Pflanzen und Thiere) ist so verschieden von der beschreibenden Botanik und Zoologie, als die geognostische Kenntniß des Erdkörpers verschieden ist von der Oryktognosie. Eine physische Weltbeschreibung darf daher nicht mit der sogenannten Encyclopädie

der Naturwissenschaften (ein weitschichtiger Name für eine schlecht umgrenzte Disciplin) verwechselt werden. In der Lehre vom Kosmos wird das Einzelne nur in seinem Verhältniß zum Ganzen, als Theil der Welterscheinungen betrachtet; und je erhabener der hier bezeichnete Standpunkt ist, desto mehr wird diese Lehre einer eigenthümlichen Behandlung und eines belebenden Vortrags fähig.

Gedanken und Sprache stehen aber in innigem alten Wechselverkehr mit einander. Wenn diese der Darstellung Anmuth und Klarheit verleiht, wenn durch ihre angestammte Bildsamkeit und ihren organischen Bau sie das Unternehmen begünstigt, die Totalität der Naturanschauung scharf zu begrenzen; so ergießt sie zugleich, und fast unbemerkt, ihren belebenden Hauch auf die Gedankenfülle selbst. Darum ist das Wort mehr als Zeichen und Form, und sein geheimnißvoller Einfluß offenbart sich am mächtigsten da, wo er dem freien Volkssinn und dem eigenen Boden entsprießt. Stolz auf das Vaterland, dessen intellectuelle Einheit die feste Stütze jeder Kraftäußerung ist, wenden wir froh den Blick auf diese Vorzüge der Heimath. Hochbeglückt dürfen wir den nennen, der bei der lebendigen Darstellung der Phänomene des Weltalls aus den Tiefen einer Sprache schöpfen kann, die seit Jahrhunderten so mächtig auf Alles eingewirkt hat, was durch Erhöhung und ungebundene Anwendung geistiger Kräfte, in dem Gebiete schöpferischer Phantasie, wie in dem der ergründenden Vernunft, die Schicksale der Menschheit bewegt.

Anmerkungen.

[1] (S. 8.) Dieser Ausdruck ist einer schönen Waldbeschreibung in Bernardin's de St. Pierre Paul et Virginie entlehnt.

[2] (S. 10.) Diese Vergleichungen sind nur Annäherungen. Die genaueren Elemente (Höhen über der Meeresfläche) folgen hier: Schnee- oder Riesenkoppe in Schlesien 824 Toisen nach Hallaschka; Rigi 923 T., wenn man die Oberfläche des Vierwaldstädter Sees (Eschmann, Ergebnisse der trigonometrischen Vermessungen in der Schweiz 1840, S. 230) zu 223 T. annimmt; Athos nach Cap. Gauttier 1060 T.; Pilatus 1180 T.; Aetna 1700,4 T. oder 10874 engl. Fuß nach Cap. Smyth; (zufolge einer Barometer-Messung von Sir John F. W. Herschel, die er mir 1825 schriftlich mitgetheilt, 10876 engl. Fuß oder 1700,7 T.; nach Höhenwinkeln, die Cacciatore in Palermo gemessen, und die terrestrische Strahlenbrechung zu 0,076 angenommen, 10898 engl. Fuß oder 1704 T.); Schreckhorn 2093 T.; Jungfrau 2145 T. nach Tralles; Montblanc nach den von Roger discutirten Resultaten 2467 T. (Bibl. Univ. Mai 1828 p. 24—53), nach Carlini, vom Berg Colombier aus 1821 bestimmt, 2460 T., durch östreichische Ingenieurs vom Trelod und Glacier d'Ambin aus 2463 T. (die wirkliche Höhe der Schweizer Schneeberge schwankt, wegen der veränderlichen Dicke der Schneedecke, nach Herrn Eschmann um $3\frac{1}{2}$ T.); Chimborazo nach meiner trigonometrischen Messung 3550 T. (Humboldt, Rec. d'Obs. astr. T. I. p. LXXIII); Dhawalagiri 4390 T. Alle diese Berghöhen sind in Toisen, zu 6 Pariser Fuß, angegeben. Da zwischen den Bestimmungen von Blake und Webb 70 T. Unterschied sind, so ist hier zu bemerken, daß die Höhenbestimmung des Dhawalagiri (oder weißen Berges, nach den Sanskrit-Wörtern dhawala, weiß, und giri, Berg) nicht auf dieselbe Genauigkeit Anspruch machen kann, als die Höhenbestimmung des Jawahir (4027 T. = 24160 par. Fuß = 25749 engl. Fuß = 7848 Meter), die sich auf eine vollständige trigonometrische Messung gründet (s. Herbert und Hodgson in Asiat. Res. Vol. XIV. p. 189

und Suppl. to Encycl. Brit. Vol. IV. p. 643). Ich habe an einem anderen Orte gezeigt (Ann. des sciences nat. mars 1825), wie die Meſſung des Dhawalagiri (4391 T. = 26345 par. Fuß = 28077 engl. Fuß = 8558 Meter) von mehreren nicht ganz ſicher ergründeten Elementen (aſtronomiſchen Ortsbeſtimmungen und Azimuthen) zugleich abhängt (Humboldt, Asie centrale T. III. p. 282). Noch unbegründeter iſt die Vermuthung, daß in der Tartaric Chain (im Norden von Tübet, gegen die Gebirgskette Kuen-lün hin) einige Schneegipfel die Höhe von 30000 engl. Fußen (4691 T., faſt die doppelte Höhe des Montblanc) oder wenigſtens 29000 engl. Fuß (4535 T.) erreichen ſollten (Capt. Alexander Gerard's and John Gerard's Journey to Boorendo Pass 1840, Vol. I. p. 143 und 311). Der Chimborazo iſt im Texte nur „einer der höchſten Gipfel der Andeskette" genannt, da im Jahr 1827 der kenntnißreiche und talentvolle Reiſende, Herr Pentland, auf ſeiner denkwürdigen Expedition nach dem Oberen Peru (Bolivia) zwei Berge öſtlich vom See von Titicaca, den Sorata (3948 T. = 23688 par. Fuß = 7696 Meter) und Illimani (3753 T. = 22518 par. Fuß = 7315 Meter), gemeſſen hat, welche die Höhe des Chimborazo (3350 T. = 20100 par. Fuß = 6530 Meter) weit überſteigen und der Höhe des Jawahir (4027 T.), des größten aller im Himalaya bisher genau gemeſſenen Berge, ziemlich nahe kommen. Der Montblanc (2467 T. = 14802 par. Fuß = 4808 Meter) iſt demnach 883 T. niedriger als der Chimborazo, der Chimborazo 598 T. niedriger als der Sorata, der Sorata 79 T. niedriger als der Jawahir, aber wahrſcheinlich 443 T. niedriger als der Dhawalagiri. In dieſer Note ſind die Berghöhen ſchon deshalb genauer, und theilweiſe in verſchiedenartigen Maaßen angegeben worden, weil, durch falſche Reductionen dieſer Maaße, ſich in vielen neueren Karten und Profilen ganz irrige numeriſche Reſultate verzeichnet finden. Nach einer neueren Meſſung (1838) des Illimani durch Pentland hat der Berg 7275 Meter (3732 T.), ein Unterſchied von kaum 21 T. im Vergleich der Meſſung von 1827.

[3] (S. 11.) Der Mangel von Palmen und baumartigen Farn in den temperirten Vorgebirgen des Himalaya zeigt ſich in Don's Flora Nepalensis (1825), wie in dem lithographirten, ſo merkwürdigen Catalogus von Wallich's Flora Indica, einem Verzeichniß, welches die ungeheure Zahl von 7683, freilich noch nicht

hinlänglich untersuchten und gesonderten, aber fast allein phanerogamischen Himalaya-Species enthält. Von Nepaul (Br. 26° ½ —27° ¼) kennen wir bisher nur eine Palmen-Art, Chamaerops Martiana Wall. (Plantae Asiat. T. III. p. 5. t. 211), auf einer Höhe von 5000 Fuß über dem Meere, in dem schattigen Thale Bunipa. Der prachtvolle baumartige Farn Alsophila Brunoniana Wall., von dem das Britische Museum einen 45 Fuß langen Stamm seit 1831 besitzt, ist nicht aus Nepaul, sondern aus den Bergen von Silhet, nordöstlich von Calcutta, in Br. 24° 50′. Der Nepaulsche Farn Paranema cyathoïdes Don, einst Sphaeropteris barbata Wall. (Pl. Asiat. T. I. p. 42. t. 48), ist zwar der Cyathea, von der ich in den südamerikanischen Missionen von Caripe eine 30 Fuß hohe Species gesehen habe, nahe verwandt, aber kein eigentlicher Baum.

[4] (S. 11.) Ribes nubicola, R. glaciale, R. grossularia. Den Charakter der Himalaya-Vegetation bezeichnen acht Pinus-Arten, trotz eines Ausspruchs der Alten über „das östliche Asien" (Strabo lib. XI. p. 510 Cas.), 25 Eichen, 4 Birken, 2 Aeskulus, (der hundert Fuß hohe wilde Kastanienbaum von Kaschmir wird bis 33° nördl. Breite von einem großen weißen Affen, mit schwarzem Gesichte, bewohnt. Carl von Hügel, Kaschmir 1840, Th. II S. 249), 7 Ahorn, 12 Weiden, 14 Rosen, 3 Erdbeer-Arten, 7 Alpenrosen (Rhododendra), deren eine 20 Fuß hoch, und viele andere nordische Gestalten. Unter den Coniferen ist Pinus Deodwara oder Deodara (eigentlich im Sanskrit dêwa-dâru, Götter-Bauholz) dem Pinus cedrus nahe verwandt. Nahe am ewigen Schnee prangen mit großen Blüthen Gentiana venusta, G. Moorcroftiana, Swertia purpurascens, S. speciosa, Parnassia armata, P. nubicola, Paeonia Emodi, Tulipa stellata; ja selbst neben den dem indischen Hochgebirge eigenthümlichen Arten europäischer Pflanzengattungen finden sich auch ächt europäische Species, wie Leontodon taraxacum, Prunella vulgaris, Galium Aparine, Thlaspi arvense. Das Heidekraut, dessen schon Saunders in Turner's Reise erwähnt und das man sogar mit Calluna vulgaris verwechselt hat, ist eine Andromeda, ein Factum, das für die Geographie der asiatischen Pflanzen von großer Wichtigkeit ist. Wenn ich mich in dieser Note des unphilosophischen Ausdrucks: europäische Formen, oder europäische Arten, wildwachsend

in Asien bediene, so geschieht es als Folge des alten botanischen Sprachgebrauchs, welcher der Idee der räumlichen Verbreitung oder vielmehr der Coexistenz des Organischen die geschichtliche Hypothese einer Einwanderung sehr dogmatisch unterschiebt, ja aus Vorliebe für europäische Cultur die Wanderung von Westen nach Osten voraussetzt.

[5] (S. 11.) Schneegrenze an dem südlichen Abfall der Himalaya-Kette 2030 T. (12180 Fuß) über der Meeresfläche, am nördlichen Abfall, oder vielmehr in den Gipfeln, die sich auf dem tübetanischen (tartarischen) Plateau erheben, 2600 T. (15600 Fuß) in 30°½ bis 32° Breite, wenn unter dem Aequator in der Andeskette von Quito die Schneegrenze 2470 T. (14820 Fuß) hoch liegt. Dies ist das Resultat, welches ich aus der Zusammenstellung vieler Angaben von Webb, Gerard, Herbert und Moorcroft gezogen. S. meine beiden Mémoires sur les Montagnes de l'Inde von 1816 und 1820 in den Annales de Chimie et de Physique T. III. p. 303; T. XIV. p. 6, 22, 50. Die größere Höhe, zu der sich am tübetanischen Abfall die ewige Schneegrenze zurückzieht, ist eine gleichzeitige Folge der Wärmestrahlung der nahen Hochebene, der Heiterkeit des Himmels, der Seltenheit der Schneebildung in sehr kalter und trockner Luft (Humboldt, Asie centrale T. III. p. 281—326). Das Resultat der Schneehöhe auf beiden Abfällen des Himalaya, welches ich als das wahrscheinlichere angegeben, hatte für sich Colebrooke's große Autorität. „Auch ich finde", schrieb er mir im Junius 1824, „die Höhe des „ewigen Schnees nach den Materialien, die ich besitze, an dem südlichen Abfall unter dem Parallelkreis von 31° zu 13000 engl. „Fußen (2033 T.). Webb's Messungen würden mir 13500 engl. „Fuß (2111 T.), also 500 Fuß mehr als Capitän Hodgson's Beobachtungen, geben. Gerard's Messungen bestätigen vollkommen Ihre „Angabe, daß die Schneelinie nördlich höher als südlich liegt." Erst in diesem Jahre (1840) haben wir endlich durch Herrn Lloyd den Abdruck des gesammelten Tagebuches beider Brüder Gerard erhalten (Narrative of a Journey from Caunpoor to the Boorendo Pass in the Himalaya by Capt. Alexander Gerard and John Gerard, edited by George Lloyd. Vol. I. p. 291, 311, 320, 327 und 341). Vieles über einzelne Localitäten ist zusammengedrängt in Visit to the Shatool, for

the purpose of determining the line of perpetual snow on the southern face of the Himalaya, in Aug. 1822; aber leider verwechſeln die Reiſenden immer die Höhe, in der ſporadiſch Schnee fällt, mit dem Maximum der Höhe, auf welcher die Schneelinie über der tübetaniſchen Hochebene ſich erhebt. Capt. Gerard unterſcheidet die Gipfel in der Mitte der Hochebene, deren ewige Schneegrenze er zu 18000 bis 19000 engl. F. (2815 bis 2971 T.) beſtimmt, und die nördlichen Abfälle der Himalaya-Kette, welche den Durchbruch des Sutledge begrenzen und wo die Hochebene tief durchfurcht iſt und alſo wenig Wärme ſtrahlen kann. Das Dorf Tangno wird nur zu 9300 engl. Fuß oder 1454 T. angegeben, während das Plateau um den heiligen See Manaſa 17000 engl. F. oder 2658 T. hoch liegen ſoll. Bei dem Durchbruch der Kette findet Cap. Gerard den Schnee an dem nördlichen Abfall ſogar um 500 engl. F. (78 T.) niedriger, als am ſüdlichen, gegen Indien gekehrten Abfall. An letzterem wird die Schneegrenze von ihm zu 15000 engl. Fuß (2346 T.) geſchätzt. Die Vegetations-Verhältniſſe bieten die auffallendſten Unterſchiede zwiſchen der tübetaniſchen Hochebene und dem ſüdlichen indiſchen Abhange der Himalaya-Kette dar. In letzterem ſteigt die Feldernte, bei der der Halm aber oft noch grün abgemäht wird, nur zu 1560 T., die obere Waldgrenze mit noch hohen Eichen und Dewadaru-Tannen zu 1870 T., niedere Zwergbirken zu 2030 T. Auf der Hochebene ſah Capt. Gerard Weideplätze bis 2660 T.; Cerealien gedeihen bis 2200, ja bis 2900 T., Birken in hohen Stämmen bis 2200 T., kleines Buſchwerk, als Brennholz dienend, bis 2660 T., d. i. 200 T. höher als die ewige Schneegrenze unter dem Aequator in Quito. Es iſt überaus wünſchenswerth, daß von neuem, und zwar von Reiſenden, die an allgemeine Anſichten gewöhnt ſind, ſowohl die mittlere Höhe des tübetaniſchen Tafellandes, die ich zwiſchen dem Himalaya und Kuen-lün nur zu 1800 T. annehme, wie auch das Verhältniß der Schneehöhen an dem nördlichen und ſüdlichen Abfalle erforſcht werde. Man hat bisher oft Schätzungen mit wirklichen Meſſungen, die Höhen einzelner über dem Tafellande hervorragender Gipfel mit der umgebenden Ebene verwechſelt (vgl. Carl Zimmermann's ſcharfſinnige hypſometriſche Bemerkungen in ſeiner Geographiſchen Analyſe der Karte von Inner-Aſien 1841 S. 98). Lord macht auf einen Gegenſatz aufmerkſam zwiſchen den Höhen

des ewigen Schnees an den beiden Abfällen des Himalaya und der Alpen-Kette Hindukuſch. „Bei der letzteren Kette", ſagt er, „liegt das Tafelland in Süden, und deshalb iſt die Schneehöhe am ſüdlichen Abhange größer; umgekehrt als am Himalaya, der von warmen Ebenen in Süden, wie der Hindukuſch in Norden, begrenzt iſt." So viel auch noch im Einzelnen die hier behandelten hypſometriſchen Angaben kritiſcher Berichtigungen bedürfen, ſo ſteht doch die Thatſache feſt, daß die wunderbare Geſtaltung eines Theils der Erdoberfläche in Inner-Aſien dem Menſchengeſchlechte verleihet: Möglichkeit der Verbreitung, Nahrung, Brennſtoffe, und Anſiedelung in einer Höhe über der Meeresfläche, die in faſt allen anderen Theilen beider Continente (doch nicht in dem dürren, ſchneearmen Bolivia, wo Pentland die Schneegrenze unter 16°—17°¾ ſüdlicher Breite im Jahr 1838 in einer Mittelhöhe von 2450 T. fand) ewig mit Eis bedeckt iſt. Die mir wahrſcheinlichen Unterſchiede der nördlichen und ſüdlichen Abhänge der Himalaya-Kette in Hinſicht auf den ewigen Schnee ſind auch durch die Barometer-Meſſungen von Victor Jacquemont, welcher ſo früh ein unglückliches Opfer ſeiner edeln und raſtloſen Thätigkeit wurde, vollkommen beſtätigt worden (ſ. deſſen Correspondance pendant son Voyage dans l'Inde 1833 T. I. p. 291, und Voyage dans l'Inde pendant les années 1828 à 1832, Livr. 23, p. 290, 296, 299). »Les neiges perpétuelles«, ſagt Jacquemont, »descendent plus »bas sur la pente méridionale de l'Himalaya, que sur les pen»tes septentrionales, et leur limite s'élève constamment à mesure »que l'on s'éloigne vers le nord de la chaîne qui borde l'Inde. »Sur le Col de Kioubrong à 5581 mètres (2863 t.) de hauteur »selon le Capitaine Gerard, je me trouvai encore bien au-des»sous de la limite des neiges perpétuelles que dans cette partie »de l'Himalaya je croirais (wohl viel zu hoch geſchätzt!) de 6000 »mètres ou 3078 t.« Zu welcher Höhe, ſagt der benannte Reiſende, man ſich auf dem ſüdlichen Abfall erhebe, immer behält das Klima denſelben Charakter, dieſelbe Abtheilung der Jahreszeiten, wie in den indiſchen Ebenen. „Das Sommer-Solſtitium führt dort die„ſelben Regengüſſe herbei, welche ohne Unterbrechung bis zum „Herbſt-Aequinoctium dauern. Erſt von Kaſchmir an, das ich „5350 engl. Fuß" (837 T., alſo faſt wie die Städte Merida und Popayan) „gefunden, beginnt ein neues, ganz verſchiedenartiges

„Klima“ (Jacquemont Corresp. T. II. p. 58 und 74). Die Mouſſons treiben, wie Leopold von Buch ſcharfſinnig bemerkt, die feuchte und warme Seeluft des indiſchen Tieflandes nicht über die Vormauer des Himalaya hinaus in das jenſeitige tübetaniſche Gebiet von Ladak und Lhaſſa. Carl von Hügel ſchätzt die Höhe des Thales von Kaſchmir über der Meeresfläche, nach dem Siedpunkt des Waſſers beſtimmt, (Th. II. S. 155 und Journal of the Geogr. Soc. T. 6. p. 215) zu 5818 engl. Fuß oder 910 T. In dieſem ganz windſtillen und faſt gewitterloſen Thale, unter 34° 7′ Breite, liegt der Schnee vom December bis März mehrere Fuß hoch.

[6] (S. 12.) Siehe im Allgemeinen: mein Essai sur la Géographie des plantes et Tableau physique des Régions équinoxiales 1807, p. 80—88; über die Schwankungen der Temperatur bei Tage und bei Nacht die Pl. 9 meines Atlas géogr. et phys. du Nouveau Continent und die Tabellen meines Werkes De distributione geographica plantarum secundum coeli temperiem et altitudinem montium 1817 p. 90—116, den meteorologiſchen Theil meiner Asie centrale T. III. p. 212—224; endlich die neuere und weit genauere Darſtellung der mit der Höhe abnehmenden Temperatur in der Andeskette in Bouſſingault's Mémoire sur la profondeur à laquelle on trouve la couche de température invariable sous les tropiques (Ann. de Chimie et de Physique 1833 T. LIII. p. 225—247). Dieſe Abhandlung enthält die Beſtimmung der Höhe und der mittleren Temperatur von 128 Punkten von der Meeresfläche an bis zum Abhange des Antiſana in 2800 T. Höhe, zwiſchen 27°,5 und 1°,7 Cent. Luftwärme.

[7] (S. 15.) Ueber die Kawi-Sprache auf der Inſel Java, nebſt einer Einleitung über die Verſchiedenheit des menſchlichen Sprachbaues und ihren Einfluß auf die geiſtige Entwickelung des Menſchengeſchlechts von Wilhelm v. Humboldt, 1836. Bd. I. S. 5—310.

[8] (S. 15.) Ueber das eigentliche Madhjadêça S. Laſſen's vortreffliche Indiſche Alterthumskunde Bd. I. S. 92. Bei den Chineſen iſt Mo-kie-thi das ſüdliche Bahar, der Theil, welcher im Süden des Ganges liegt. S. Foe-koue-ki par Chy-Fa-Hian 1836, p. 256. Djambu-dwipa iſt ganz Indien, begreift aber auch bisweilen einen der vier buddhiſtiſchen Continente.

[9] (S. 16.) Die Elegie von Schiller, welche zuerſt in den Horen 1795 erſchien:

Aber im ſtillen Gemach entwirft bedeutende Zirkel
Sinnend der Weiſe, beſchleicht forſchend den ſchaffenden Geiſt.
Prüft der Stoffe Gewalt, der Magnete Haſſen und Lieben,
Folgt durch die Lüfte dem Klang, folgt durch den Aether dem Strahl.
Sucht das vertraute Geſetz in des Zufalls grauſenden Wundern,
Sucht den ruhenden Pol in der Erſcheinungen Flucht.

[10] (S. 19.) Arago's Ocular-Mikrometer eine glückliche Vervollkommnung von Rochon's micromètre prismatique oder à double réfraction, ſiehe Note de Mr. Mathieu dans Delambre Hist. de l'Astr. au 18me siècle 1827, p. 651.

[11] (S. 22.) Carus, von den Ur-Theilen des Knochen- und Schalen-Gerüſtes 1828. §. 6.

[12] (S. 22.) Plut. in Vita Alex. Magni, cap. 7.

[13] (S. 27.) Die gewöhnlichen Angaben über den Schmelzpunkt ſehr ſchwer ſchmelzbarer Subſtanzen ſind viel zu hoch. Nach den immer ſo genauen Unterſuchungen von Mitſcherlich iſt der Schmelzpunkt des Granits wohl nicht höher als 1300° Cent.

[14] (S. 27.) Das claſſiſche Werk über die Fiſche der Vorwelt von Ludwig Agaſſiz: Rech. sur les Poissons fossiles 1834. Vol. I. p. 38; Vol. II. p. 3, 28, 34. Addit. p. 6. Das ganze Geſchlecht Amblypterus Ag., mit Palaeoniscus (einſt Palaeothrissum) nahe verwandt, liegt unterhalb der Juraformation vergraben, im alten Steinkohlengebirge. Schuppen, die ſich in einzelnen Lagen gleich den Zähnen bilden und mit Schmelz bedeckt ſind, aus der Familie der Lepidoiden (Ordnung der Ganoiden), gehören nach den Placoiden zu den älteſten Geſtalten vorweltlicher Fiſche, deren noch lebende Repräſentanten ſich in zwei Geſchlechtern, Bichir (Nil und Senegal) und Lepidosteus (Ohio), finden.

[15] (S. 29.) Göthe in den Aphorismen über Naturwiſſenſchaft. (Werke, kleine Ausgabe von 1833. B. L. S. 155.)

[16] (S. 35.) Entdeckungen Arago's vom Jahre 1811. (Delambre. Hist. de l'Astr. a. a. O. p. 652.)

[17] (S. 35.) Göthe, Aphoriſtiſches über die Natur. (Werke, B. L. S. 4.)

[18] (S. 37.) Pseudo-Plato, Alcib. II. p. 148 ed. Steph. Plut. Instituta laconica p. 253 ed. Hutten.

Begrenzung und wissenschaftliche Behandlung einer physischen Weltbeschreibung.

In den allgemeinen Betrachtungen, mit denen ich die Prolegomenen zur Weltanschauung eröffnet, wurde entwickelt und durch Beispiele zu erläutern gesucht, wie der Naturgenuß, verschiedenartig in seinen inneren Quellen, durch klare Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen und in die Harmonie der belebenden Kräfte erhöht werden könne. Es wird jetzt mein Bestreben sein, den Geist und die leitende Idee der nachfolgenden wissenschaftlichen Untersuchungen specieller zu erörtern, das Fremdartige sorgfältig zu scheiden, den Begriff und den Inhalt der Lehre vom Kosmos, wie ich dieselbe aufgefaßt und nach vieljährigen Studien unter mancherlei Zonen bearbeitet, in übersichtlicher Kürze anzugeben. Möge ich mir dabei der Hoffnung schmeicheln dürfen, daß eine solche Erörterung den unvorsichtigen Titel meines Werkes rechtfertigen und ihn von dem Vorwurfe der Anmaßung befreien werde. Die Prolegomenen umfassen in vier Abtheilungen nach der einleitenden Betrachtung über die Ergründung der Weltgesetze:

1) den Begriff und die Begrenzung der physischen Weltbeschreibung, als einer eigenen und abgesonderten Disciplin;
2) den objectiven Inhalt, die reale, empirische Ansicht des Natur-Ganzen in der wissenschaftlichen Form eines Natur-Gemäldes;
3) den Reflex der Natur auf die Einbildungskraft und das Gefühl, als Anregungsmittel zum Naturstudium durch begeisterte Schilderungen ferner Himmelsstriche und naturbeschreibende Poesie (ein Zweig der modernen Litteratur), durch veredelte Landschaft-Malerei, durch Anbau und contrastirende Gruppirung exotischer Pflanzenformen;
4) die Geschichte der Weltanschauung, d. h. der allmäligen Entwickelung und Erweiterung des Begriffs vom Kosmos, als einem Natur-Ganzen.

Je höher der Gesichtspunkt gestellt ist, aus welchem in diesem Werke die Naturerscheinungen betrachtet werden, desto bestimmter muß die zu begründende Wissenschaft umgrenzt und von allen verwandten Disciplinen geschieden werden. Physische Weltbeschreibung ist Betrachtung alles Geschaffenen, alles Seienden im Raume (der Natur-Dinge und Natur-Kräfte) als eines gleichzeitig bestehenden Natur-Ganzen. Sie zerfällt für den Menschen, den Bewohner der Erde, in zwei Hauptabtheilungen, den tellurischen und siderischen (uranologischen) Theil. Um die wissenschaftliche Selbstständigkeit der physischen Weltbeschreibung festzustellen und ihr Verhältniß zu anderen Gebieten, zur eigentlichen Physik oder Naturlehre, zur Naturgeschichte oder speciellen Naturbeschreibung, zur

Geognoſie und vergleichenden Geographie oder Erdbeſchreibung zu ſchildern, wollen wir zunächſt bei dem telluriſchen (irdiſchen) Theile der phyſiſchen Weltbeſchreibung verweilen. So wenig als die Geſchichte der Philoſophie in einer rohen Aneinanderreihung verſchiedenartiger philoſophiſcher Meinungen beſteht, eben ſo wenig iſt der telluriſche Theil der Weltbeſchreibung ein encyclopädiſches Aggregat der oben genannten Naturwiſſenſchaften. Die Grenzverwirrungen zwiſchen ſo innigſt verwandten Disciplinen ſind um ſo größer, als ſeit Jahrhunderten man ſich gewöhnt hat, Gruppen von Erfahrungskenntniſſen mit Namen zu bezeichnen, die bald zu eng, bald zu weit für das Bezeichnete ſind, ja im claſſiſchen Alterthume, in den Sprachen, denen man ſie entlehnte, eine ganz andere Bedeutung als die hatten, welche wir ihnen jetzt beilegen. Die Namen einzelner Naturwiſſenſchaften, der Anthropologie, Phyſiologie, Naturlehre, Naturgeſchichte, Geognoſie und Geographie, ſind entſtanden und allgemein gebräuchlich geworden, bevor man zu einer klaren Einſicht über die Verſchiedenartigkeit der Objecte und ihre möglichſt ſtrenge Begrenzung, d. i. über den Eintheilungsgrund ſelbſt, gelangt war. In der Sprache einer der gebildetſten Nationen Europa's iſt ſogar, nach einer tief eingewurzelten Sitte, Phyſik kaum von der Arzneikunde zu trennen, während daß techniſche Chemie, Geologie und Aſtronomie, ganz empiriſch behandelt, zu den philoſophiſchen Arbeiten (transactions) einer mit Recht weltberühmten Akademie gezählt werden.

Umtauſch alter, zwar unbeſtimmter, aber allgemein verſtändlicher Namen gegen neuere iſt mehrfach, aber immer mit

sehr geringem Erfolge, von denen versucht worden, die sich mit der Classification aller Zweige des menschlichen Wissens beschäftigt haben, von der großen Encyclopädie (Margarita philosophica) des Carthäuser-Mönchs Gregorius Reisch[1] an bis Baco, von Baco bis D'Alembert und, um der neuesten Zeit zu gedenken, bis zu dem scharfsinnigen Geometer und Physiker Ampère[2]. Die wenig glückliche Wahl einer gräcisirenden Nomenclatur hat dem Unternehmen vielleicht mehr noch, als die zu große dichotomische Zerspaltung und Vervielfältigung der Gruppen geschadet.

Die physische Weltbeschreibung, indem sie die Welt „als Gegenstand des äußeren Sinnes" umfaßt, bedarf allerdings der allgemeinen Physik und der Naturgeschichte als Hülfswissenschaften; aber die Betrachtung der körperlichen Dinge unter der Gestalt eines, durch innere Kräfte bewegten und belebten Naturganzen hat als abgesonderte Wissenschaft einen ganz eigenthümlichen Charakter. Die Physik verweilt bei den allgemeinen Eigenschaften der Materie, sie ist eine Abstraction von den Kraftäußerungen der Stoffe; und schon da, wo sie zuerst begründet wurde, in den acht Büchern der physischen Vorträge des Aristoteles[3], sind alle Erscheinungen der Natur als bewegende Lebensthätigkeit einer allgemeinen Weltkraft geschildert. Der tellurische Theil der physischen Weltbeschreibung, dem ich gern die alte ausdrucksvolle Benennung physische Erdbeschreibung lasse, lehrt die Vertheilung des Magnetismus auf unserem Planeten nach Verhältnissen der Intensität und der Richtung, nicht die Gesetze magnetischer Anziehung und Abstoßung oder die Mittel, mächtige electro-magnetische Wirkungen bald vorübergehend, bald bleibend hervorzurufen.

Die physische Erdbeschreibung schildert in großen Zügen die Gliederung der Continente und die Vertheilung ihrer Massen in beiden Hemisphären, eine Vertheilung, welche auf die Verschiedenheit der Klimate und die wichtigsten meteorologischen Processe des Luftkreises einwirkt; sie faßt den herrschenden Charakter der tellurischen Gebirgszüge auf, wie sie, in gleichlaufenden oder sich rostförmig durchschneidenden Reihen erhoben, verschiedenen Zeitepochen und Bildungs-Systemen angehören; sie untersucht die mittlere Höhe der Continente über der jetzigen Meeresfläche oder die Lage des Schwerpunktes ihres Volums, das Verhältniß der höchsten Gipfel großer Ketten zu ihrem Rücken, zur Meeresnähe oder zur mineralogischen Natur der Gebirgsarten; sie lehrt, wie diese Gebirgsarten thätig und bewegend (durchbrechend), oder leidend und bewegt, unter mannigfaltiger Neigung ihrer Schichten, aufgerichtet und gehoben erscheinen; sie betrachtet die Reihung oder Isolirtheit der Vulkane, die Beziehung ihrer gegenseitigen Kraftäußerung, wie die Grenzen ihrer Erschütterungskreise, die im Lauf der Jahrhunderte sich erweitern oder verengen. Sie lehrt, um auch einige Beispiele aus dem Kampf des Flüssigen mit dem Starren anzuführen, was allen großen Strömen gemeinsam ist in ihrem oberen und unteren Laufe; wie Ströme einer Bifurcation (einer Unabgeschlossenheit des Stromgebietes) in beiden Theilen ihres Laufes fähig sind; wie sie bald colossale Bergketten rechtwinklig durchschneiden, bald ihnen parallel laufen, sei es längs dem nahen Abfall oder in beträchtlicher Ferne, als Folge des Einflusses, den ein gehobenes Bergsystem auf die Oberfläche ganzer Länderstrecken, auf den söligen Boden der anliegenden Ebene

ausgeübt hat. Nur die Hauptresultate der vergleichenden Orographie und Hydrographie gehören in die Wissenschaft, die ich hier umgrenze, nicht Verzeichnisse von Berghöhen, von jetzt thätigen Vulkanen oder von Größen der Stromgebiete: alles dies bleibt, nach meinen Ansichten, der speciellen Länderkunde und den mein Werk erläuternden Noten vorbehalten. Die Aufzählung gleichartiger oder nahe verwandter Naturverhältnisse, die generelle Uebersicht der tellurischen Erscheinungen in ihrer räumlichen Vertheilung oder Beziehung zu den Erdzonen ist nicht zu verwechseln mit der Betrachtung von Einzeldingen der Natur (irdischen Stoffen, belebten Organismen, physischen Hergängen des Erdenlebens), einer Betrachtung, in der die Objecte bloß nach ihren inneren Analogien systematisch geordnet werden.

Specielle Länderbeschreibungen sind allerdings das brauchbarste Material zu einer allgemeinen physischen Geographie; aber die sorgfältigste Aneinanderreihung dieser Länderbeschreibungen würde eben so wenig das charakteristische Bild des tellurischen Naturganzen liefern, als die bloße Aneinanderreihung aller einzelnen Floren des Erdkreises eine Geographie der Pflanzen liefern würde. Es ist das Werk des combinirenden Verstandes, aus den Einzelheiten der organischen Gestaltung (Morphologie, Naturbeschreibung der Pflanzen und Thiere) das Gemeinsame in der klimatischen Vertheilung herauszuheben, die numerischen Gesetze (die fixen Proportionen in der Zahl gewisser Formen oder natürlicher Familien zu der Gesammtzahl der Thiere und Pflanzen höherer Bildung) zu ergründen; anzugeben, in welcher Zone jegliche der Hauptformen ihr Maximum der Artenzahl und der organischen Entwickelung erreicht, ja wie

der landschaftliche Eindruck, den die Pflanzendecke unseres Planeten in verschiedenen Abständen vom Aequator auf das Gemüth macht, großentheils von den Gesetzen der Pflanzen-Geographie abhängt.

Die systematisch geordneten Verzeichnisse aller organischen Gestaltungen, die wir ehemals mit dem allzu prunkvollen Namen von Natur-Systemen bezeichneten, bieten eine bewundernswürdige Verkettung nach inneren Beziehungen der Form-Aehnlichkeit (Structur), nach Vorstellungsweisen von allmäliger Entfaltung (Evolution) in Blatt und Kelch, in farbigen Blüthen und Früchten, dar, nicht eine Verkettung nach räumlicher Gruppirung, d. i. nach Erdstrichen, nach der Höhe über der Meeresfläche, nach Temperatur-Einflüssen, die die ganze Oberfläche des Planeten erleidet. Der höchste Zweck der physischen Erdbeschreibung ist aber, wie schon oben bemerkt worden, Erkenntniß der Einheit in der Vielheit, Erforschung des Gemeinsamen und des inneren Zusammenhanges in den tellurischen Erscheinungen. Wo der Einzelheiten erwähnt wird, geschieht es nur, um die Gesetze der organischen Gliederung mit denen der geographischen Vertheilung in Einklang zu bringen. Die Fülle der lebendigen Gestaltungen erscheint, nach diesem Gesichtspunkte geordnet, mehr nach Erdzonen, nach Verschiedenheit der Krümmung isothermer Linien, als nach der inneren Verwandtschaft, oder nach dem, der ganzen Natur inwohnenden Principe der Steigerung und sich individualisirenden Entfaltung der Organe. Die natürliche Reihenfolge der Pflanzen- und Thier-Bildungen wird daher hier als etwas Gegebenes, der beschreibenden Botanik und Zoologie

Entnommenes betrachtet. So ist es die Aufgabe der physischen Geographie, nachzuspüren, wie auf der Oberfläche der Erde sehr verschiedenartige Formen, bei scheinbarer Zerstreuung der Familien und Gattungen, doch in geheimnißvoller genetischer Beziehung zu einander stehen (Beziehungen des gegenseitigen Ersatzes und Ausschließens), wie die Organismen, ein tellurisches Naturganze bilden, durch Athmen und leise Verbrennungs-Processe den Luftkreis modificiren und, vom Lichte in ihrem Gedeihen, ja in ihrem Dasein prometheisch bedingt, trotz ihrer geringen Masse, doch auf das ganze äußere Erde-Leben (das Leben der Erdrinde) einwirken.

Die Darstellungsweise, welche ich hier, als der physischen Erdbeschreibung ausschließlich geeignet, schildere, gewinnt an Einfachheit, wenn wir sie auf den uranologischen Theil des Kosmos, auf die physische Beschreibung des Weltraums und der himmlischen Weltkörper anwenden. Unterscheidet man, wie es der alte Sprachgebrauch thut, wie aber, nach tieferen Naturansichten, einst nicht mehr zu thun erlaubt sein wird, Naturlehre (Physik), die allgemeine Betrachtung der Materie, der Kräfte und der Bewegung, von der Chemie, der Betrachtung der verschiedenen Natur der Stoffe, ihrer stöchiologischen Heterogeneität, ihrer Verbindungen und Mischungsveränderungen nach eigenen, nicht durch bloße Massen-Verhältnisse erklärbaren Ziehkräften; so erkennen wir in den tellurischen Räumen physische und chemische Processe zugleich. Neben der Grundkraft der Materie, der Anziehung aus der Ferne (Gravitation), wirken um uns her, auf dem Erdkörper, noch andere Kräfte in unmittelbarer Berührung oder unendlich kleiner Entfernung der materiellen Theile[4], Kräfte

ſogenannter chemiſcher Verwandtſchaft, die, durch Electricität, Wärme und eine Contact-Subſtanz mannigfach beſtimmt, in der unorganiſchen Natur, wie in den belebten Organismen unausgeſetzt thätig ſind. In den Himmelsräumen bieten bisher ſich unſerer Wahrnehmung nur phyſiſche Proceſſe, Wirkungen der Materie dar, die von der Maſſen-Vertheilung abhangen, und die ſich als den dynamiſchen Geſetzen der reinen Bewegungs-Lehre unterworfen darſtellen laſſen. Solche Wirkungen werden als unabhängig von qualitativen Unterſchieden (von Heterogeneität oder ſpecifiſcher Verſchiedenheit) der Stoffe betrachtet.

Der Erdbewohner tritt in Verkehr mit der geballten und ungeballt zerſtreuten Materie des fernen Weltraumes nur durch die Phänomene des Lichts und den Einfluß der allgemeinen Gravitation (Maſſen-Anziehung). Die Einwirkungen der Sonne oder des Mondes auf die periodiſchen Veränderungen des telluriſchen Magnetismus ſind noch in Dunkel gehüllt. Ueber die qualitative Natur der Stoffe, die in dem Weltall kreiſen oder vielleicht denſelben erfüllen, haben wir keine unmittelbare Erfahrung, es ſei denn durch den Fall der Aërolithen, wenn man nämlich (wie es ihre Richtung und ungeheure Wurfgeſchwindigkeit mehr als wahrſcheinlich macht) dieſe erhitzten, ſich in Dämpfe einhüllenden Maſſen für kleine Weltkörper hält, die, auf ihrem Wege durch die himmliſchen Räume, in die Anziehungs-Sphäre unſeres Planeten kommen. Das heimiſche Anſehen ihrer Beſtandtheile, ihre mit unſeren telluriſchen Stoffen ganz gleichartige Natur ſind ſehr auffallend. Sie können durch Analogie zu Vermuthungen über die Beſchaffenheit ſolcher Planeten führen, die zu Einer Gruppe gehören,

unter der Herrschaft Eines Central-Körpers sich durch Niederschläge aus kreisenden Ringen dunstförmiger Materie gebildet haben. Bessel's Pendelversuche, die von einer noch unerreichten Genauigkeit zeugen, haben dem Newtonischen Axiom, daß Körper von der verschiedenartigsten Beschaffenheit (Wasser, Gold, Quarz, körniger Kalkstein, Aërolithen-Massen) durch die Anziehung der Erde eine völlig gleiche Beschleunigung der Bewegung erfahren, eine neue Sicherheit verliehen; ja mannigfaltige rein astronomische Resultate, z. B. die fast gleiche Jupitersmasse aus der Einwirkung des Jupiter auf seine Trabanten, auf Encke's Cometen, auf die kleinen Planeten (Vesta, Juno, Ceres und Pallas), lehren, daß überall nur die Quantität der Materie die Ziehkraft derselben bestimmt [5].

Diese Ausschließung von allem Wahrnehmbaren der Stoff-Verschiedenheit vereinfacht auf eine merkwürdige Weise die Mechanik des Himmels: sie unterwirft das ungemessene Gebiet des Weltraums der alleinigen Herrschaft der Bewegungslehre, und der astrognostische Theil der physischen Weltbeschreibung schöpft aus der fest begründeten theoretischen Astronomie, wie der tellurische Theil aus der Physik, der Chemie und der organischen Morphologie. Das Gebiet der letztgenannten Disciplinen umfaßt so verwickelte und theilweise den mathematischen Ansichten widerstrebende Erscheinungen, daß der tellurische Theil der Lehre vom Kosmos sich noch nicht derselben Sicherheit und Einfachheit der Behandlung zu erfreuen hat, welche der astronomische möglich macht. In den hier angedeuteten Unterschieden liegt gewissermaßen der Grund, warum in der früheren Zeit griechischer Cultur die pythagoreische Natur-

philoſophie dem Weltraume mehr, als den Erdräumen zugewandt war, warum ſie durch Philolaus, und in ſpätern Nachklängen durch Ariſtarch von Samos und Seleucus den Erythräer für die wahre Kenntniß unſeres Sonnenſyſtems in einem weit höheren Grade fruchtbringend geworden iſt, als die ioniſche Naturphiloſophie es der Phyſik der Erde ſein konnte. Gleichgültiger gegen die ſpecifiſche Natur des Raum-Erfüllenden, gegen die qualitative Verſchiedenheit der Stoffe, war der Sinn der italiſchen Schule mit doriſchem Ernſte allein auf geregelte Geſtaltung, auf Form und Maaß gerichtet[6], während die ioniſchen Phyſiologen bei dem Stoffartigen, ſeinen geahneten Umwandlungen und genetiſchen Verhältniſſen vorzugsweiſe verweilten. Es war dem mächtigen, ächt philoſophiſchen und dabei ſo praktiſchen Geiſte des Ariſtoteles vorbehalten, mit gleicher Liebe ſich in die Welt der Abſtractionen und in die unermeßlich reiche Fülle des Stoffartig-Verſchiedenen der organiſchen Gebilde zu verſenken.

Mehrere und ſehr vorzügliche Werke über phyſiſche Geographie enthalten in der Einleitung einen aſtronomiſchen Theil, in dem ſie die Erde zuerſt in ihrer planetariſchen Abhängigkeit, in ihrem Verhältniß zum Sonnenſyſtem betrachten. Dieſer Weg iſt ganz dem entgegengeſetzt, den ich mir vorgezeichnet habe. In einer Weltbeſchreibung muß der aſtrognoſtiſche Theil, den Kant die Naturgeſchichte des Himmels nannte, nicht dem telluriſchen untergeordnet erſcheinen. Im Kosmos iſt, wie ſchon der alte Kopernicaner, Ariſtarch der Samier, ſich ausdrückte, die Sonne (mit ihren Gefährten) ein Stern unter den zahlloſen Sternen. Eine allgemeine Weltanſicht muß alſo mit den, den

Weltraum füllenden himmlischen Körpern beginnen, gleichsam mit dem Entwurf einer graphischen Darstellung des Universums, einer eigentlichen Weltkarte, wie zuerst mit kühner Hand sie Herschel der Vater gezeichnet hat. Wenn, trotz der Kleinheit unseres Planeten, der tellurische Theil in der Weltbeschreibung den größeren Raum einnimmt und am ausführlichsten behandelt wird, so geschieht dies nur in Beziehung auf die ungleiche Masse des Erkannten, auf die Ungleichheit des Empirisch-Zugänglichen. Jene Unterordnung des uranologischen Theils finden wir übrigens schon bei dem großen Geographen Bernhard Varenius[7] in der Mitte des 17ten Jahrhunderts. Er unterscheidet sehr scharfsinnig allgemeine und specielle Erdbeschreibung, und theilt die erstere wieder in die absolut tellurische und die planetarische ein, je nachdem man betrachtet die Verhältnisse der Erdoberfläche in den verschiedenen Zonen, oder das solarisch-lunare Leben der Erde, die Beziehung unseres Planeten zu Sonne und Mond. Ein bleibender Ruhm für Varenius ist es, daß die Ausführung eines solchen Entwurfes der allgemeinen und vergleichenden Erdkunde Newton's Aufmerksamkeit in einem hohen Grade auf sich gezogen hatte; aber bei dem mangelhaften Zustande der Hülfswissenschaften, aus denen Varenius schöpfte, konnte die Bearbeitung nicht der Größe des Unternehmens entsprechen. Es war unserer Zeit vorbehalten, die vergleichende Erdkunde in ihrem weitesten Umfange, ja in ihrem Reflex auf die Geschichte der Menschheit, auf die Beziehungen der Erdgestaltung zu der Richtung der Völkerzüge und der Fortschritte der Gesittung, meisterhaft bearbeitet[8] zu sehen.

Die Aufzählung der vielfachen Strahlen, die sich in

dem gesammten Naturwissen wie in einem Brennpunkte vereinigen, kann den Titel des Werks rechtfertigen, das ich, am späten Abend meines Lebens, zu veröffentlichen wage. Dieser Titel ist vielleicht kühner als das Unternehmen selbst, in den Grenzen, die ich mir gesetzt habe. In speciellen Disciplinen hatte ich bisher, so viel als möglich, neue Namen zur Bezeichnung allgemeiner Begriffe vermieden. Wo ich Erweiterungen der Nomenclatur versuchte, waren sie auf die Einzeldinge der Thier- und Pflanzenkunde beschränkt gewesen. Das Wort: physische Weltbeschreibung, dessen ich mich hier bediene, ist dem längst gebräuchlichen: physische Erdbeschreibung nachgebildet. Die Erweiterung des Inhalts, die Schilderung eines Naturganzen von den fernen Nebelflecken an bis zur klimatischen Verbreitung der organischen Gewebe, die unsere Felsklippen färben, machen die Einführung eines neuen Wortes nothwendig. So sehr auch in dem Sprachgebrauch, bei der früheren Beschränktheit menschlicher Ansichten, die Begriffe Erde und Welt sich verschmelzen (ich erinnere an die Ausdrücke: Weltumseglung, Weltkarten, Neue Welt), so ist doch die wissenschaftliche Absonderung von Welt und Erde ein allgemein gefühltes Bedürfniß. Die schönen und richtiger gebildeten Ausdrücke: Weltgebäude, Weltraum, Weltkörper, Weltschöpfung für den Inbegriff und den Ursprung aller Materie, der irdischen, wie der der fernsten Gestirne, rechtfertigen diese Absonderung. Um dieselbe bestimmter, ich könnte sagen feierlicher und auf alterthümliche Weise anzudeuten, ist dem Titel meines Werkes das Wort Kosmos vorgesetzt, das ursprünglich, in der Homerischen Zeit, Schmuck und Ordnung bedeutete, später aber zu einem philosophischen

Kunstausdrucke, zur wissenschaftlichen Bezeichnung der Wohlgeordnetheit der Welt, ja der ganzen Masse des Raum-Erfüllenden, d. i. des Weltalls selbst, umgeprägt ward.

Bei der Schwierigkeit, in der steten Veränderlichkeit irdischer Erscheinungen das Geregelte oder Gesetzliche zu erkennen, wurde der Geist der Menschen vorzugsweise und früh von der gleichförmigen, harmonischen Bewegung der Himmelskörper angezogen. Nach dem Zeugnisse des Philolaus, dessen ächte Bruchstücke Böckh so geistreich bearbeitet hat, nach dem einstimmigen Zeugniß des ganzen Alterthums [9] hat Pythagoras zuerst das Wort Kosmos für Weltordnung, Welt und Himmelsraum gebraucht. Aus der philosophischen italischen Schule ist das Wort in die Sprache der Dichter der Natur (Parmenides und Empedokles), später endlich und langsamer in die Prosaiker übergegangen. Daß, nach pythagoreischen Ansichten, dasselbe Wort in der Mehrzahl bisweilen auch auf einzelne Weltkörper (Planeten), die um den Heerd der Welt eine kreisförmige Bahn beschreiben, oder auf Gruppen von Gestirnen (Weltinseln) angewendet wurde, ja daß Philolaus sogar einmal Olymp, Kosmos und Uranos unterscheidet, ist hier nicht zu erörtern. In meinem Entwurfe einer Weltbeschreibung ist Kosmos, wie der allgemeinste Gebrauch in der nach-pythagoreischen Zeit es gebietet und wie der unbekannte Verfasser des Buches de Mundo, das lange dem Aristoteles zugeschrieben wurde, das Wort definirt hat, für den Inbegriff von Himmel und Erde, für die ganze Körperwelt genommen. Durch Nachahmungssucht der spät philosophirenden Römer wurde das Wort mundus, welches bei ihnen Schmuck, nicht einmal Ordnung, bezeichnete,

zu der Bedeutung von Weltall umgestempelt. Die Einführung eines solchen Kunstausdruckes in die lateinische Sprache, die wörtliche Uebertragung des griechischen Kosmos, in zwiefachem Sinne gebraucht, ist wahrscheinlich dem Ennius [10] zuzuschreiben, einem Anhänger der italischen Schule, dem Uebersetzer pythagoreischer Philosopheme des Epicharmus oder eines Nachahmers desselben.

Wie eine physische Weltgeschichte, wenn die Materialien dazu vorhanden wären, im weitesten Sinne des Worts die Veränderungen schildern sollte, welche im Laufe der Zeiten der Kosmos durchwandert hat, von den neuen Sternen an, die am Firmamente urplötzlich aufgelodert, und den Nebelflecken, die sich auflösen oder gegen ihre Mitte verdichten, bis zum feinsten Pflanzen-Gewebe, das die nackte, erkaltete Erdrinde oder ein gehobenes Corallen-Riff allmälig und fortschreitend bedeckt; so schildert dagegen die physische Weltbeschreibung das Zusammen-Bestehende im Raume, das gleichzeitige Wirken der Naturkräfte und der Gebilde, die das Product dieser Kräfte sind. Das Seiende ist aber, im Begreifen der Natur, nicht von dem Werden absolut zu scheiden: denn nicht das Organische allein ist ununterbrochen im Werden und Untergehen begriffen, das ganze Erdenleben mahnt, in jedem Stadium seiner Existenz, an die früher durchlaufenen Zustände. So enthalten die über einander gelagerten Steinschichten, aus denen der größere Theil der äußeren Erdrinde besteht, die Spuren einer fast gänzlich untergegangenen Schöpfung; sie verkünden eine Reihe von Bildungen, die sich gruppenweise ersetzt haben; sie entfalten dem Blick des Beobachters gleichzeitig im Raume die Faunen und Floren der verflossenen

Jahrtauſende. In dieſem Sinne wären Naturbeſchreibung und Naturgeſchichte nicht gänzlich von einander zu trennen. Der Geognoſt kann die Gegenwart nicht ohne die Vergangenheit faſſen. Beide durchdringen und verſchmelzen ſich in dem Naturbilde des Erdkörpers, wie, im weiten Gebiete der Sprachen, der Etymologe in dem dermaligen Zuſtande grammatiſcher Formen ihr Werden und progreſſives Geſtalten, ja die ganze ſprachbildende Vergangenheit in der Gegenwart abgeſpiegelt findet. In der materiellen Welt aber iſt dieſe Abſpiegelung des Geweſenen um ſo klarer, als wir analoge Producte unter unſeren Augen ſich bilden ſehen. Unter den Gebirgsarten, um ein Beiſpiel der Geognoſie zu entlehnen, beleben Trachyt-Kegel, Baſalt, Bimsſtein-Schichten und ſchlackige Mandelſteine auf eigenthümliche Weiſe die Landſchaft. Sie wirken auf unſere Einbildungskraft wie Erzählungen aus der Vorwelt. Ihre Form iſt ihre Geſchichte.

Das Sein wird in ſeinem Umfang und inneren Sein vollſtändig erſt als ein Gewordenes erkannt. Von dieſer urſprünglichen Verſchmelzung der Begriffe zeugt das claſſiſche Alterthum in dem Gebrauche des Worts: Hiſtorie bei Griechen und Römern. Wenn auch nicht in der Definition, die Verrius Flaccus[11] giebt, ſo iſt doch in den zoologiſchen Schriften des Ariſtoteles Hiſtorie eine Erzählung von dem Erforſchten, dem ſinnlich Wahrgenommenen. Die phyſiſche Weltbeſchreibung des älteren Plinius führt den Titel einer Historia naturalis; in den Briefen des Neffen wird ſie edler eine „Geſchichte der Natur“ genannt. Im claſſiſchen Alterthum trennen die früheſten Hiſtoriker noch wenig die Länderbeſchreibung von der Darſtellung der Begebenheiten, deren Schauplatz die beſchriebenen Länder geweſen ſind.

Physische Geographie und Geschichte erscheinen lange anmuthig gemischt, bis das wachsende politische Interesse und ein vielbewegtes Staatsleben das erste Element verdrängten, das nun in eine abgesonderte Disciplin überging.

Die Vielheit der Erscheinungen des Kosmos in der Einheit des Gedankens, in der Form eines rein rationalen Zusammenhanges zu umfassen, kann, meiner Einsicht nach, bei dem jetzigen Zustande unseres empirischen Wissens nicht erlangt werden. Erfahrungswissenschaften sind nie vollendet, die Fülle sinnlicher Wahrnehmungen ist nicht zu erschöpfen; keine Generation wird je sich rühmen können, die Totalität der Erscheinungen zu übersehen. Nur da, wo man die Erscheinungen gruppenweise sondert, erkennt man in einzelnen gleichartigen Gruppen das Walten großer und einfacher Naturgesetze. Je mehr die physikalischen Wissenschaften sich ausbilden, desto mehr erweitern sich auch die Kreise dieses Waltens. Glänzende Beweise davon geben die neuerlangten Ansichten der Processe, welche sowohl im festen Erdkörper als in der Atmosphäre von electromagnetischen Kräften, von der strahlenden Wärme oder der Fortpflanzung der Lichtwellen abhangen; glänzende Beweise die Evolutions-Bildungen des Organismus, in denen alles Entstehende vorher angedeutet ist, wo gleichsam aus einerlei Hergang in der Vermehrung und Umwandlung von Zellen das Gewebe der Thier- und Pflanzenwelt entsteht. In der Verallgemeinerung der Gesetze, die anfangs nur engere Kreise, isolirtere Gruppen von Phänomenen zu beherrschen scheinen, giebt es mannigfaltige Abstufungen. Die Herrschaft der erkannten Gesetze gewinnt an Umfang, der ideelle Zusammenhang an Klarheit, so lange die Forschungen auf

gleichartige, unter ſich verwandte Maſſen gerichtet ſind. Wo aber die dynamiſchen Anſichten, die ſich dazu nur auf bildliche atomiſtiſche Vorausſetzungen gründen, nicht ausreichen, weil die ſpecifiſche Natur der Materie und ihre Heterogeneität im Spiel ſind, da gerathen wir, nach Einheit des Begreifens ſtrebend, auf Klüfte von noch unergründeter Tiefe. Es offenbart ſich dort das Wirken einer eigenen Art von Kräften. Das Geſetzliche numeriſcher Verhältniſſe, welches der Scharfſinn der neueren Chemiker ſo glücklich und glänzend, doch aber ebenfalls nur unter einem uralten Gewande, in den Symbolen atomiſtiſcher Vorſtellungsweiſen erkannt hat, bleibt bis jetzt iſolirt, ununterworfen den Geſetzen aus dem Bereich der reinen Bewegungslehre.

Die Einzelheiten, auf welche ſich alle unmittelbare Wahrnehmung beſchränkt, können logiſch in Claſſen und Gattungen geordnet werden. Solche Anordnungen führen, wie ich ſchon oben tadelnd bemerkte, als ein naturbeſchreibender Theil, den anmaßenden Titel von Natur-Syſtemen. Sie erleichtern freilich das Studium der organiſchen Gebilde und ihrer linearen Verkettung unter einander, aber als Verzeichniſſe gewähren ſie nur ein formelles Band; ſie bringen mehr Einheit in die Darſtellung, als in die Erkenntniß ſelbſt. Wie es Graduationen giebt in der Verallgemeinerung der Naturgeſetze, je nachdem ſie größere oder kleinere Gruppen von Erſcheinungen, weitere oder engere Kreiſe organiſcher Geſtaltung und Gliederung umfaſſen, ſo giebt es auch Abſtufungen im empiriſchen Forſchen. Es beginnt daſſelbe von vereinzelten Anſchauungen, die man gleichartig ſondert und ordnet. Von dem Beobachten wird fortgeſchritten zum Experimentiren, zum Hervorrufen der Erſcheinungen

unter bestimmten Bedingnissen, nach leitenden Hypothesen, d. h. nach dem Vorgefühl von dem inneren Zusammenhange der Natur-Dinge und Natur-Kräfte. Was durch Beobachtung und Experiment erlangt ist, führt, auf Analogien und Induction gegründet, zur Erkenntniß empirischer Gesetze. Das sind die Phasen, gleichsam die Momente, welche der beobachtende Verstand durchläuft und die in der Geschichte des Naturwissens der Völker besondere Epochen bezeichnen.

Zwei Formen der Abstraction beherrschen die ganze Masse der Erkenntniß, quantitative, Verhältnißbestimmungen nach Zahl und Größe, und qualitative, stoffartige Beschaffenheiten. Die erstere, zugänglichere Form gehört dem mathematischen, die zweite dem chemischen Wissen an. Um die Erscheinungen dem Calcul zu unterwerfen, wird die Materie aus Atomen (Moleculen) construirt, deren Zahl, Form, Lage und Polarität die Erscheinungen bedingen soll. Die Mythen von imponderablen Stoffen und von eigenen Lebenskräften in jeglichem Organismus verwickeln und trüben die Ansicht der Natur. Unter so verschiedenartigen Bedingnissen und Formen des Erkennens bewegt sich träge die schwere Last unseres angehäuften und jetzt so schnell anwachsenden empirischen Wissens. Die grübelnde Vernunft versucht muthvoll und mit wechselndem Glücke, die alten Formen zu zerbrechen, durch welche man den widerstrebenden Stoff wie durch mechanische Constructionen und Sinnbilder, zu beherrschen gewohnt ist.

Wir sind noch weit von dem Zeitpunkte entfernt, wo es möglich sein könnte, alle unsere sinnlichen Anschauungen zur Einheit des Naturbegriffs zu concentriren. Es darf zweifelhaft genannt werden, ob dieser Zeitpunkt je heran-

nahen wird. Die Complication des Problems und die Unermeßlichkeit des Kosmos vereiteln faſt die Hoffnung dazu. Wenn uns aber auch das Ganze unerreichbar iſt, ſo bleibt doch die theilweiſe Löſung des Problems, das Streben nach dem Verſtehen der Welterſcheinungen der höchſte und ewige Zweck aller Naturforſchung. Dem Charakter meiner früheren Schriften, wie der Art meiner Beſchäftigungen treu, welche Verſuchen, Meſſungen, Ergründung von Thatſachen gewidmet waren, beſchränke ich mich auch in dieſem Werke auf eine empiriſche Betrachtung. Sie iſt der alleinige Boden, auf dem ich mich weniger unſicher zu bewegen verſtehe. Dieſe Behandlung einer empiriſchen Wiſſenſchaft, oder vielmehr eines Aggregats von Kenntniſſen, ſchließt nicht aus die Anordnung des Aufgefundenen nach leitenden Ideen, die Verallgemeinerung des Beſonderen, das ſtete Forſchen nach empiriſchen Naturgeſetzen. Ein denkendes Erkennen, ein vernunftmäßiges Begreifen des Univerſums würden allerdings ein noch erhabeneres Ziel darbieten. Ich bin weit davon entfernt, Beſtrebungen, in denen ich mich nicht verſucht habe, darum zu tadeln, weil ihr Erfolg bisher ſehr zweifelhaft geblieben iſt. Mannigfaltig mißverſtanden, und ganz gegen die Abſicht und den Rath der tiefſinnigen und mächtigen Denker, welche dieſe ſchon dem Alterthum eigenthümlichen Beſtrebungen wiederum angeregt, haben naturphiloſophiſche Syſteme, eine kurze Zeit lang, in unſerem Vaterlande, von den ernſten und mit dem materiellen Wohlſtande der Staaten ſo nahe verwandten Studien mathematiſcher und phyſikaliſcher Wiſſenſchaften abzulenken gedroht. Der berauſchende Wahn des errungenen Beſitzes, eine eigene, abenteuerlich-ſymboliſirende Sprache, ein

Schematismus, enger, als ihn je das Mittelalter der Menschheit angezwängt, haben, in jugendlichem Mißbrauch edler Kräfte, die heiteren und kurzen Saturnalien eines reinideellen Naturwissens bezeichnet. Ich wiederhole den Ausdruck: Mißbrauch der Kräfte; denn ernste, der Philosophie und der Beobachtung gleichzeitig zugewandte Geister sind jenen Saturnalien fremd geblieben. Der Inbegriff von Erfahrungskenntnissen und eine in allen ihren Theilen ausgebildete Philosophie der Natur (falls eine solche Ausbildung je zu erreichen ist) können nicht in Widerspruch treten, wenn die Philosophie der Natur, ihrem Versprechen gemäß, das vernunftmäßige Begreifen der wirklichen Erscheinungen im Weltall ist. Wo der Widerspruch sich zeigt, liegt die Schuld entweder in der Hohlheit der Speculation oder in der Anmaßung der Empirie, die mehr durch die Erfahrung erwiesen glaubt, als durch dieselbe begründet ward.

Man mag nun die Natur dem Bereich des Geistigen entgegensetzen, als wäre das Geistige nicht auch in dem Naturganzen enthalten, oder man mag die Natur der Kunst entgegenstellen, letztere in einem höheren Sinne als den Inbegriff aller geistigen Productionskraft der Menschheit betrachtet; so müssen diese Gegensätze doch nicht auf eine solche Trennung des Physischen vom Intellectuellen führen, daß die Physik der Welt zu einer bloßen Anhäufung empirisch gesammelter Einzelheiten herabsinke. Wissenschaft fängt erst an, wo der Geist sich des Stoffes bemächtigt, wo versucht wird, die Masse der Erfahrungen einer Vernunfterkenntniß zu unterwerfen; sie ist der Geist, zugewandt zu der Natur. Die Außenwelt existirt aber nur

für uns, indem wir sie in uns aufnehmen, indem sie sich in uns zu einer Naturanschauung gestaltet. So geheimnißvoll unzertrennlich als Geist und Sprache, der Gedanke und das befruchtende Wort sind, eben so schmilzt, uns selbst gleichsam unbewußt, die Außenwelt mit dem Innersten im Menschen, mit dem Gedanken und der Empfindung zusammen. „Die äußerlichen Erscheinungen werden so", wie Hegel sich in der Philosophie der Geschichte ausdrückt, „in die innerliche Vorstellung übersetzt". Die objective Welt, von uns gedacht, in uns reflectirt, wird den ewigen, nothwendigen, alles bedingenden Formen unserer geistigen Existenz unterworfen. Die intellectuelle Thätigkeit übt sich dann an dem durch die sinnliche Wahrnehmung überkommenen Stoffe. Es liegt daher schon im Jugendalter der Menschheit, in der einfachsten Betrachtung der Natur, in dem ersten Erkennen und Auffassen eine Anregung zu naturphilosophischen Ansichten. Diese Anregung ist verschieden, mehr oder minder lebhaft, nach der Gemüthsstimmung, der nationalen Individualität und dem Culturzustande der Völker. Eine Geistesarbeit beginnt, sobald, von innerer Nothwendigkeit getrieben, das Denken den Stoff sinnlicher Wahrnehmungen aufnimmt.

Die Geschichte hat uns die vielfach gewagten Versuche aufbewahrt, die Welt der physischen Erscheinungen in ihrer Vielheit zu begreifen, eine einige, das ganze Universum durchdringende, bewegende, entmischende Weltkraft zu erkennen. Diese Versuche steigen in der classischen Vorzeit zu den Physiologien und Urstoff-Lehren der ionischen Schule hinauf, wo bei wenig ausgedehnter Empirie (bei einem dürftigen Material von Thatsachen) das ideelle

Bestreben, die Naturerklärungen aus reiner Vernunft-Erkenntniß, vorherrschten. Je mehr aber während einer glänzenden Erweiterung aller Naturwissenschaften das Material des sicheren empirischen Wissens anwuchs, desto mehr erkaltete allmälig der Trieb, das Wesen der Erscheinungen und ihre Einheit, als ein Naturganzes, durch Construction der Begriffe aus der Vernunft-Erkenntniß abzuleiten. In der uns nahen Zeit hat der mathematische Theil der Naturphilosophie sich einer großen und herrlichen Ausbildung zu erfreuen gehabt. Die Methoden und das Instrument (die Analyse) sind gleichzeitig vervollkommnet worden. Was so auf vielfachen Wegen durch sinnige Anwendung atomistischer Prämissen, durch allgemeineren und unmittelbareren Contact mit der Natur, durch das Hervorrufen und Ausbilden neuer Organe errungen worden ist, soll, wie im Alterthume, so auch jetzt, ein gemeinsames Gut der Menschheit, der freiesten Bearbeitung der Philosophie in ihren wechselnden Gestaltungen nicht entzogen werden. Bisweilen ist freilich die Unversehrtheit des Stoffes in dieser Bearbeitung einige Gefahr gelaufen; und in dem steten Wechsel ideeller Ansichten ist es wenig zu verwundern, wenn, wie so schön im Bruno [12] gesagt wird, „viele die Philosophie nur me„teorischer Erscheinungen fähig halten und daher auch die „größeren Formen, in denen sie sich geoffenbart hat, das „Schicksal der Cometen bei dem Volke theilen, das sie nicht „zu den bleibenden und ewigen Werken der Natur, sondern „zu den vergänglichen Erscheinungen feuriger Dünste zählt."

Mißbrauch oder irrige Richtungen der Geistesarbeit müssen aber nicht zu der, die Intelligenz entehrenden Ansicht führen, als sei die Gedankenwelt, ihrer Natur nach,

die Region phantaſtiſcher Truggebilde; als ſei der ſo viele Jahrhunderte hindurch geſammelte überreiche Schatz empiriſcher Anſchauung von der Philoſophie, wie von einer feindlichen Macht, bedroht. Es geziemt nicht dem Geiſte unſerer Zeit, jede Verallgemeinerung der Begriffe, jeden, auf Induction und Analogien gegründeten Verſuch, tiefer in die Verkettung der Natur-Erſcheinungen einzudringen, als bodenloſe Hypotheſe zu verwerfen, und unter den edeln Anlagen, mit denen die Natur den Menſchen ausgeſtattet hat, bald die nach einem Cauſal-Zuſammenhang grübelnde Vernunft, bald die regſame, zu allem Entdecken und Schaffen nothwendige und anregende Einbildungskraft zu verdammen.

Anmerkungen.

[1] (S. 52.) Die Margarita philosophica des Priors der Karthause bei Freiburg, Gregorius Reisch, erschien zuerst unter dem Titel Aepitome omnis Philosophiae, alias Margarita philosophica tractans de omni genere scibili. So die Heidelberger Ausgabe von 1486 und die Strasburger von 1504. In der Freiburger desselben Jahres und in den zwölf folgenden Editionen, welche in der kurzen Epoche bis 1535 erschienen, blieb der erste Theil des Titels weg. Das Werk hat einen großen Einfluß auf die Verbreitung mathematischer und physikalischer Kenntnisse im Anfang des 16ten Jahrhunderts ausgeübt, und Chasles, der gelehrte Verfasser des Aperçu historique des méthodes en Géometrie (1837), hat gezeigt, wie wichtig die Reischische Encyclopädie für die Geschichte der Mathematik des Mittelalters ist. Ich habe mich bemüht, durch eine Stelle, die sich in einer einzigen Ausgabe der Margarita philosophica (der von 1513) findet, die wichtigen Verhältnisse des Geographen von St. Dié, Hylacomilus (Martin Waldseemüller), der den Neuen Welttheil zuerst (1507) Amerika genannt hat, zu Amerigo Vespucci, zu dem König Renatus von Jerusalem, Herzog von Lothringen, und zu den berühmten Ausgaben des Ptolemäus von 1513 und 1522 zu entwirren. S. mein Examen critique de la Géographie du Nouveau Continent et des progrès de l'astronomie nautique aux 15. et 16. siècles T. IV. p. 99—125.

[2] (S. 52.) Ampère, Essai sur la Phil. des Sciences 1834 p. 25. Whewell, Induct. Phil. T. II. p. 277. Park, Pantology p. 87.

[3] (S. 52.) Alle Veränderungen im Zustande der Körperwelt werden auf Bewegung reducirt. Aristot. Phys. ausc. III, 1. und 4. p. 200 und 201. Bekker; VIII, 1, 8. und 9. p. 250, 262 und 265. De gener. et corr. II, 10. p. 336. Pseudo-Aristot. de Mundo cap. 6. p. 398.

[4] (S. 56.) Ueber die schon von Newton angeregte Frage von dem Unterschiede der Massen-Anziehung und Molecular-Attraction

ſ. Laplace in der Exposition du Syst. du Monde p. 384 und in dem Supplément au Livre X. de la Mécanique cél. p. 3 u. 4 (Kant, Metaph. Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft, in Sämmtl. Werken 1839. Bd. 5. S. 309. Peclet, Physique 1838. T. I. p. 59—63.)

[5] (S. 58.) Poiſſon in Conn. des tems pour l'année 1836 p. 64—66. Beſſel in Poggend. Annalen der Phyſik Bd. XXV. S. 417. Encke in Abhandlungen der Berliner Academie 1826 S. 257. Mitſcherlich, Lehrbuch der Chemie 1837. Bd. I. S. 352.

[6] (S. 59.) Vgl. Otfried Müller, Dorier, Bd. I. S. 365.

[7] (S. 60.) Geographia generalis in qua affectiones generales telluris explicantur. Die älteſte Amſterdamer (Elzeviriſche) Ausgabe iſt von 1650; die zweite (1672) und dritte (1681) wurden zu Cambridge von Newton beſorgt. Das überaus wichtige Werk des Varenius iſt im eigentlichen Sinne des Worts eine phyſiſche Erdbeſchreibung. Seit der vortrefflichen Naturbeſchreibung des Neuen Continents, die der Jeſuit Joſeph de Acoſta (Historia natural de las Indias 1590) entwarf, waren die telluriſchen Phänomene nie in ſolcher Allgemeinheit aufgefaßt worden. Acoſta iſt reicher an eigenen Beobachtungen; Varenius umfaßt einen größeren Ideenkreis, da ihn ſein Aufenthalt in Holland, als dem Mittelpunkt eines großen Welthandels, in Berührung mit vielen wohlunterrichteten Reiſenden geſetzt hatte. „*Generalis sive universalis Geographia dicitur, quae telluren in genere considerat atque affectiones explicat, non habita particularium regionum ratione*“. Die allgemeine Erdbeſchreibung des Varenius (Pars absoluta cap. 1—22.) iſt in ihrem ganzen Umfange eine vergleichende, wenn gleich der Verfaſſer das Wort Geographia comparativa (cap. 33—40.) in einer viel eingeſchränkteren Bedeutung gebraucht. Merkwürdig ſind die Aufzählung der Gebirgsſyſteme und die Betrachtung der Verhältniſſe ihrer Richtungen zu der Geſtalt der ganzen Continente (p. 66—76. ed. Cantabr. 1681); die Liſte der brennenden und ausgebrannten Vulkane; die Zuſammenſtellung der Reſultate über die Vertheilung der Inſeln und Inſelgruppen (p. 220), über die Tiefe des Oceans in Vergleich mit der Höhe naher Küſten (p. 103), über den gleich hohen Stand der Oberfläche aller offenen Meere (p. 97),

über die Strömungen in ihrer Abhängigkeit von den herrschenden Winden, die ungleiche Salzigkeit des Meeres und die Configuration der Küsten (p. 139), die Windrichtungen als Folge der Temperatur-Verschiedenheit u. s. f. Auch die Betrachtungen über die allgemeine Aequinoctial-Strömung von Osten nach Westen als Ursache des, schon am Cap San Augustin anfangenden und zwischen Cuba und Florida ausbrechenden Golf-Stromes (p. 140) sind vortrefflich. Die Richtungen der Strömung längs der west-afrikanischen Küste zwischen dem Grünen Vorgebirge und der Insel Fernando Po im Golf von Guinea werden äußerst genau beschrieben. Die sporadischen Inseln hält Varenius für „gehobenen Meeresgrund": *magna spirituum inclusorum vi, sicut aliquando montes e terra protrusos esse quidam scribunt* (p. 215). Die 1681 von Newton veranstalte Ausgabe (auctior et emendatior) enthält leider keine Zusätze des großen Mannes. Der sphäroidalen Gestalt und Abplattung der Erde geschieht nirgends Erwähnung, obgleich Richer's Pendelversuche um 9 Jahre älter als die Ausgabe von Cambridge sind; aber Newton's Principia mathematica Philosophiae naturalis wurden erst im April 1686 der königlichen Societät zu London im Manuscripte mitgetheilt. Es schwebt viel Ungewißheit über das Vaterland des Varenius. Nach Jöcher ward er in England, nach der Biographie Universelle (T. 47. p. 495) in Amsterdam geboren; aus der Zueignung der allgemeinen Geographie an die Bürgermeister dieser Stadt ist aber zu ersehen, daß beide Angaben gleich falsch sind. Varenius sagt ausdrücklich, er habe sich nach Amsterdam geflüchtet, „da seine Vaterstadt im langen Kriege eingeäschert und gänzlich zerstört worden sei". Diese Worte scheinen das nördliche Deutschland und die Verheerungen des dreißigjährigen Krieges zu bezeichnen. Auch bemerkt Varenius in der Zueignung seiner Descriptio Regni Japoniae (Ams. 1649) an den Senat von Hamburg: daß er seine ersten mathematischen Studien auf dem Hamburger Gymnasium gemacht habe. Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, daß dieser scharfsinnige Geograph ein Deutscher und zwar ein Lüneburger war. (Witten, Mem. Theol. 1685. p. 2142. Zedler, Universal-Lexikon Th. XLVI. 1745. S. 187.)

* (S. 60.) Carl Ritter's Erdkunde im Verhältniß zur Natur und zur Geschichte des Menschen, oder allgemeine vergleichende Geographie.

[9] (S. 62.) Κόσμος war in der älteſten und eigentlichen Bedeutung wohl nur Schmuck (Männer-, Frauen- oder Pferdeſchmuck); bildlich Ordnung, für εὐταξία, und Schmuck der Rede. Daß Pythagoras zuerſt das Wort für Weltordnung und Welt gebraucht, wird von den Alten einſtimmig verſichert. Da er ſelbſt nicht geſchrieben, ſo ſind die älteſten Beweisſtellen die Bruchſtücke des Philolaus (Stob. Eclog. p. 360 und 460. Heeren; Philolaos von Böckh S. 62 und 90). Wir führen nicht mit Näke den Timäus von Locri an, weil ſeine Aechtheit zu bezweifeln iſt. Plutarch (de plac. phil. II, 1.) ſagt auf das beſtimmteſte, daß Pythagoras zuerſt den Inbegriff des Univerſums Kosmos nannte wegen der darin herrſchenden Ordnung. (Ebenſo Galen. Hist. phil. p. 429.) Das Wort ging in der neuen Bedeutung aus der philoſophiſchen Schule in die Sprache der Naturdichter und der Proſaiker über. Plato fährt fort die Weltkörper ſelbſt Uranos zu nennen; die Weltordnung iſt ihm aber auch Kosmos, und im Timäus (p. 30. B.) heißt das Weltall ein mit Seele begabtes Thier (κόσμον ζῶον ἔμψυχον). Vergl. über den von allem Stoff geſonderten weltordnenden Geiſt Anaxag. Claz. ed. Schaubach p. 111, und Plut. de plac. phil. II, 3. Bei Ariſtoteles (de Coelo I, 9.) iſt Kosmos „Welt und Weltordnung"; er wird aber auch betrachtet als räumlich zerfallend in die ſublunariſche Welt und die höhere, über dem Monde (Meteor. I, 2, 1. und I, 3, 13. p. 339, a. und 340, b. Bekk.). Die von mir oben im Text citirte Definition des Kosmos aus dem Pseudo-Aristoteles de Mundo cap. 2. (p. 391) lautet alſo: κόσμος ἐστὶ σύστημα ἐξ οὐρανοῦ καὶ γῆς καὶ τῶν ἐν τούτοις περιεχομένων φύσεων. λέγεται δὲ καὶ ἑτέρως κόσμος ἡ τῶν ὅλων τάξις τε καὶ διακόσμησις, ὑπὸ θεῶν τε καὶ διὰ θεῶν φυλαττομένη. Die meiſten Stellen der griechiſchen Schriftſteller über Kosmos finde ich geſammelt 1) in der Streitſchrift von Richard Bentley gegen Charles Boyle (Opuscula philologica 1781, p. 347, 445, Dissertation upon the Epistles of Phalaris 1817 p. 254) über die hiſtoriſche Exiſtenz des Zaleucus, Geſetzgebers von Locri; 2) in Näke's vortrefflichen Sched. crit. 1812 p. 9—15 und 3) in Theoph. Schmidt ad Clom. eycl. theor. met. I, 1. (p. IX, 1. und 99.) Kosmos wurde in engerer Bedeutung auch in der Mehrzahl (Plut. I, 5.) gebraucht, indem entweder jeder Stern (Weltkörper) ſo genannt wird (Stob. I, p. 514. Plut.

II, 13.), oder in dem unendlichen Weltraume viele einzelne Weltsysteme (Weltinseln) angenommen werden, deren jedes eine Sonne und einen Mond hat (Anaxag. Claz. fragm. p. 89, 93, 120. Brandis, Gesch. der Griechisch-Römischen Philosophie, Bd. 1. S. 252). Da jede Gruppe dann ein Kosmos wird, so ist das Weltall, τὸ πᾶν, ein höherer Begriff und von Kosmos verschieden (Plut. II, 1.). Für Erde wird das letzte Wort erst lange nach der Zeit der Ptolemäer gebraucht. Böckh hat Inschriften zum Lobe des Trajan und Hadrian bekannt gemacht (Corpus Inscr. Graec. T. I. nr. 334 und 1306), in denen κόσμος an die Stelle von οἰκουμένη tritt, ganz wie auch wir oft unter Welt die Erde allein verstehen. Die sonderbare, oben erwähnte Dreitheilung des Weltraumes in Olymp, Kosmos und Uranos (Stob. I. p. 488. Philolaos S. 94—102) bezieht sich auf die verschiedenen Regionen, welche den Heerd des Weltalls, die pythagoreische Ἑστία τοῦ παντός, umgeben. Die innerste Region zwischen Mond und Erde, das Gebiet des Veränderlichen, wird in dem Bruchstücke Uranos genannt. Das mittlere Gebiet, das der unveränderlich wohlgeordnet kreisenden Planeten, heißt nach einer sehr particulären Weltansicht ausschließlich Kosmos. Die äußerste Region, eine feurige, ist der Olymp. „Wenn man", bemerkt der tiefe Forscher der Sprachverwandtschaften, Bopp, „κόσμος von der Sanskrit-Wurzel śudʿ, purificari, ableitet, wie „schon Pott gethan (Etymol. Forschungen Th. I. S. 39 und „252), so hat man in lautlicher Beziehung zu betrachten, 1) daß „das griechische κ (in κόσμος) aus dem palatalen s, das Bopp durch ś „und Pott durch ç ausdrücken, hervorgegangen ist, wie δέκα, decem, „gothisch taihun, aus dem indischen daśan; 2) daß das indische „dʿ regelmäßig (Vergleichende Gramm. §. 99.) dem griechischen „θ entspricht, woraus das Verhältniß von κόσμος (für κόθμος) „zur Skr. Wurzel śudʿ, wovon auch καθαρός, klar wird. Ein „anderer indischer Ausdruck für Welt ist gagat (spr. dschagat), „was eigentlich das Gehende bedeutet, als Participium von „gagâmi, ich gehe (aus der Wurzel gâ)." In dem inneren Kreise des hellenischen Sprachzusammenhanges knüpft sich nach dem Etym. M. p. 532, 12 κόσμος zunächst an κάζω oder vielmehr καίνυμαι (wovon κεκασμένος oder κεκαδμένος) an. Hiermit verbindet Welcker (Eine kretische Col. in Theben S. 23) auch den

Namen Κάδμος, wie bei dem Hesychius κάδμος eine kretische Waffenrüstung bedeutet. — Die Römer haben, bei Einführung der philosophischen Kunstsprache der Griechen, ganz wie diese das, mit κόσμος (Frauenschmuck) ursprünglich gleichbedeutende Wort mundus zur Welt und zum Weltall umgestempelt. Ennius scheint zuerst diese Neuerung gewagt zu haben; er sagt nach einem Fragmente, das uns Macrobius (Sat. VI, 2.) in seinem Hader mit Virgil aufbewahrt hat: »Mundus coeli vastus constitit silentio«, wie Cicero: »quem nos lucentem mundum vocamus« (Timaeus s. de univ. cap. 10.). Die Sanscrit-Wurzel mand, von der Pott (Etym. Forsch. Th. I. S. 240) das lateinische mundus ableitet, vereinigt beide Bedeutungen von glänzen und schmücken. Lôka ist im Sanscrit Welt und Menschen, wie das französische monde, und stammt, nach Bopp, von lôk, sehen und leuchten, her; auf ähnliche Weise bedeutet das slavische swjet (Grimm, Deutsche Gramm. Bd. III. S. 394) Licht und Welt. Das letzte Wort, dessen wir uns heute bedienen, althochdeutsch wëralt, altsächsisch worold, angelsächsisch vëruld, bezeichnet nach Jacob Grimm ursprünglich bloß „den Zeitbegriff, saeculum (Menschenalter), nicht den räumlichen mundus". Bei den Tuskern war der offene mundus ein umgekehrtes Gewölbe, das seine Kuppel nach unten, gegen die Unterwelt hin, kehrte und dem oberen Himmelsgewölbe nachgebildet war (Otfr. Müller, Etrusker Th. II. S. 96, 98 und 143). Die Welt im engeren tellurischen Sinne erscheint im Gothischen als der vom Meer (marei, meri) umgürtete Erdkreis, als merigard, ein Meergarten.

[10] (S. 63.) Ueber den Ennius s. die scharfsinnigen Untersuchungen von Leopold Krahner in dessen Grundlinien zur Geschichte des Verfalls der römischen Staats-Religion 1837 S. 41—45. Wahrscheinlich schöpfte Ennius nicht aus den Epicharmischen Stücken selbst, sondern aus Gedichten, die unter dem Namen des Epicharmus und im Sinne seines Systems geschrieben waren.

[11] (S. 64.) Gell. Noct. att. V, 18.

[12] (S. 71.) Schelling's Bruno über das göttliche und natürliche Princip der Dinge, S. 181.

Naturgemälde.

Allgemeine Uebersicht der Erscheinungen.

Wenn der menschliche Geist sich erkühnt, die Materie, d. h. die Welt physischer Erscheinungen, zu beherrschen, wenn er bei denkender Betrachtung des Seienden die reiche Fülle des Naturlebens, das Walten der freien und der gebundenen Kräfte zu durchdringen strebt; so fühlt er sich zu einer Höhe gehoben, von der herab, bei weit hinschwindendem Horizonte, ihm das Einzelne nur gruppenweise vertheilt, wie umflossen von leichtem Dufte erscheint. Dieser bildliche Ausdruck ist gewählt, um den Standpunkt zu bezeichnen, aus dem wir hier versuchen das Universum zu betrachten und in seinen beiden Sphären, der himmlischen und der irdischen, anschaulich darzustellen. Das Gewagte eines solchen Unternehmens habe ich nicht verkannt. Unter allen Formen der Darstellung, denen diese Blätter gewidmet sind, ist der Entwurf eines allgemeinen Naturgemäldes um so schwieriger, als wir der Entfaltung gestaltenreicher Mannigfaltigkeit nicht unterliegen, und nur bei großen, in der Wirklichkeit oder in dem subjectiven Ideenkreise

geschiedenen Massen verweilen sollen. Durch Trennung und Unterordnung der Erscheinungen, durch ahnungsvolles Eindringen in das Spiel dunkel waltender Mächte, durch eine Lebendigkeit des Ausdrucks, in dem die sinnliche Anschauung sich naturwahr spiegelt, können wir versuchen das All (τὸ πᾶν) zu umfassen und zu beschreiben, wie es die Würde des großartigen Wortes Kosmos, als Universum, als Weltordnung, als Schmuck des Geordneten, erheischt. Möge dann die unermeßliche Verschiedenartigkeit der Elemente, die in ein Naturbild sich zusammendrängen, dem harmonischen Eindruck von Ruhe und Einheit nicht schaden, welcher der letzte Zweck einer jeden litterarischen oder rein künstlerischen Composition ist.

Wir beginnen mit den Tiefen des Weltraums und der Region der fernsten Nebelflecke, stufenweise herabsteigend durch die Sternschicht, der unser Sonnensystem angehört, zu dem luft- und meerumflossenen Erdsphäroid, seiner Gestaltung, Temperatur und magnetischen Spannung, zu der Lebensfülle, welche, vom Lichte angeregt, sich an seiner Oberfläche entfaltet. So umfaßt ein Weltgemälde in wenigen Zügen die ungemessenen Himmelsräume, wie die mikroscopischen kleinen Organismen des Thier- und Pflanzenreichs, welche unsere stehenden Gewässer und die verwitternde Rinde der Felsen bewohnen. Alles Wahrnehmbare, das ein strenges Studium der Natur nach jeglicher Richtung bis zur jetzigen Zeit erforscht hat, bildet das Material, nach welchem die Darstellung zu entwerfen ist; es enthält in sich das Zeugniß ihrer Wahrheit und Treue. Ein beschreibendes Naturgemälde, wie wir es in diesen Prolegomenen aufstellen, soll aber nicht bloß dem Einzelnen nachspüren;

es bedarf nicht zu ſeiner Vollſtändigkeit der Aufzählung aller Lebensgeſtalten, aller Naturdinge und Naturproceſſe. Der Tendenz endloſer Zerſplitterung des Erkannten und Geſammelten widerſtrebend, ſoll der ordnende Denker trachten, der Gefahr der empiriſchen Fülle zu entgehen. Ein anſehnlicher Theil der qualitativen Kräfte der Materie oder, um naturphiloſophiſcher zu reden, ihrer qualitativen Kraftäußerungen iſt gewiß noch unentdeckt. Das Auffinden der Einheit in der Totalität bleibt daher ſchon deshalb unvollſtändig. Neben der Freude an der errungenen Erkenntniß liegt, wie mit Wehmuth gemiſcht, in dem aufſtrebenden, von der Gegenwart unbefriedigten Geiſte die Sehnſucht nach noch nicht aufgeſchloſſenen, unbekannten Regionen des Wiſſens. Eine ſolche Sehnſucht knüpft feſter das Band, welches, nach alten, das Innerſte der Gedankenwelt beherrſchenden Geſetzen, alles Sinnliche an das Unſinnliche kettet; ſie belebt den Verkehr zwiſchen dem, „was das Gemüth von der Welt erfaßt, und dem, was es aus ſeinen Tiefen zurückgiebt".

Iſt demnach die Natur (Inbegriff der Naturdinge und Naturerſcheinungen), ihrem Umfang und Inhalte nach, ein Unendliches, ſo iſt ſie auch für die intellectuellen Anlagen der Menſchheit ein nicht zu faſſendes, und in allgemeiner urſachlicher Erkenntniß von dem Zuſammenwirken aller Kräfte ein unauflösbares Problem. Ein ſolches Bekenntniß geziemt da, wo das Sein und Werden nur der unmittelbaren Forſchung unterworfen bleibt, wo man den empiriſchen Weg und eine ſtrenge inductoriſche Methode nicht zu verlaſſen wagt. Wenn aber auch das ewige Streben, die Totalität zu umfaſſen, unbefriedigt bleibt, ſo lehrt uns

dagegen die Geſchichte der Weltanſchauung, welche einem anderen Theile dieſer Prolegomenen vorbehalten bleibt, wie in dem Lauf der Jahrhunderte die Menſchheit zu einer partiellen Einſicht in die relative Abhängigkeit der Erſcheinungen allmälig gelangt iſt. Meine Pflicht iſt es, das gleichzeitig Erkannte nach dem Maaß und in den Schranken der Gegenwart überſichtlich zu ſchildern. Bei allem Beweglichen und Veränderlichen im Raume ſind mittlere Zahlenwerthe der letzte Zweck, ja der Ausdruck phyſiſcher Geſetze; ſie zeigen uns das Stetige in dem Wechſel und in der Flucht der Erſcheinungen; ſo iſt z. B. der Fortſchritt der neueren meſſenden und wägenden Phyſik vorzugsweiſe durch Erlangung und Berichtigung der mittleren Werthe gewiſſer Größen bezeichnet: ſo treten wiederum, wie einſt in der italiſchen Schule, doch in erweitertem Sinne, die einzigen in unſrer Schrift übrig gebliebenen und weit verbreiteten hieroglyphiſchen Zeichen, die Zahlen, als Mächte des Kosmos auf.

Den ernſten Forſcher erfreut die Einfachheit numeriſcher Verhältniſſe, durch welche die Dimenſionen der Himmelsräume, die Größe der Weltkörper und ihre periodiſche Störungen, die dreifachen Elemente des Erdmagnetismus, der mittlere Druck des Luftmeeres, und die Menge der Wärme bezeichnet werden, welche die Sonne in jedem Jahre und in jedem Theile des Jahres über die einzelnen Punkte der feſten oder flüſſigen Oberfläche unſers Planeten ergießt. Unbefriedigter bleibt der Naturdichter, unbefriedigt der Sinn der neugierigen Menge. Beiden erſcheint heute die Wiſſenſchaft wie verödet, da ſie viele der Fragen mit Zweifel oder gar als unauflöslich zurückweiſt, die man ehemals beantworten zu

können wähnte. In ihrer strengeren Form, in ihrem engeren Gewande ist sie der verführerischen Anmuth beraubt, durch welche früher eine dogmatische und symbolisirende Physik die Vernunft zu täuschen, die Einbildungskraft zu beschäftigen wußte. Lange vor der Entdeckung der Neuen Welt glaubte man, von den canarischen Inseln oder den Azoren aus, Länder in Westen zu sehen. Es waren Trugbilder, nicht durch eine ungewöhnliche Brechung der Lichtstrahlen, nur durch Sehnsucht nach der Ferne, nach dem Jenseitigen erzeugt. Solchen Reiz täuschender Luftgebilde bot die Naturphilosophie der Griechen, die Physik des Mittelalters, und selbst die der späteren Jahrhunderte, in reichem Maaße dar. An der Grenze des beschränkten Wissens, wie von einem hohen Inselufer aus, schweift gern der Blick in ferne Regionen. Der Glaube an das Ungewöhnliche und Wundervolle giebt bestimmte Umrisse jedem Erzeugniß idealer Schöpfung, und das Gebiet der Phantasie, ein Wunderland kosmologischer, geognostischer und magnetischer Träume, wird unaufhaltsam mit dem Gebiete der Wirklichkeit verschmolzen.

Natur, in der vielfachen Deutung des Wortes, bald als Totalität des Seienden und Werdenden, bald als innere, bewegende Kraft, bald als das geheimnißvolle Urbild aller Erscheinungen aufgefaßt, offenbart sich dem einfachen Sinn und Gefühle des Menschen vorzugsweise als etwas Irdisches, ihm näher Verwandtes. Erst in den Lebenskreisen der organischen Bildung erkennen wir recht eigentlich unsere Heimath. Wo der Erde Schooß ihre Blüthen und Früchte entfaltet, wo er die zahllosen Geschlechter der Thiere nährt, da tritt das Bild der Natur lebendiger vor unsre Seele. Es ist zunächst auf das Tellurische beschränkt; der glanzvolle

Sternenteppich, die weiten Himmelsräume gehören einem Weltgemälde an, in dem die Größe der Massen, die Zahl zusammengedrängter Sonnen oder aufdämmernder Lichtnebel unsere Bewunderung und unser Staunen erregen, dem wir uns aber, bei scheinbarer Verödung, bei völligem Mangel an dem unmittelbaren Eindruck eines organischen Lebens, wie entfremdet fühlen. So sind denn auch nach den frühesten physikalischen Ansichten der Menschheit Himmel und Erde, räumlich ein Oben und Unten, von einander getrennt geblieben. Sollte demnach ein Naturbild bloß den Bedürfnissen sinnlicher Anschauung entsprechen, so müßte es mit der Beschreibung des heimischen Bodens beginnen. Es schilderte zuerst den Erdkörper in seiner Größe und Form, in seiner, mit der Tiefe zunehmenden Dichtigkeit und Wärme, in seinen über einander gelagerten, starren und flüssigen Schichten; es schilderte die Scheidung von Meer und Land, das Leben, das in beiden als zelliges Gewebe der Pflanzen und Thiere sich entwickelt; den wogenden, stromreichen Luftocean, von dessen Boden waldgekrönte Bergketten wie Klippen und Untiefen aufsteigen. Nach dieser Schilderung der rein tellurischen Verhältnisse erhöbe sich der Blick zu den Himmelsräumen; die Erde, der uns wohlbekannte Sitz organischer Gestaltungsprocesse, würde nun als Planet betrachtet. Er träte in die Reihe der Weltkörper, die um einen der zahllosen selbstleuchtenden Sterne kreisen. Diese Folge der Ideen bezeichnet den Weg der ersten sinnlichen Anschauungsweise, sie mahnet fast noch an die alte „meerumflossene Erdscheibe", welche den Himmel trug; sie geht von dem Standort der Wahrnehmung, von dem Bekannten und Nahen zum Unbekannten und Fernen über. Sie entspricht der in

mathematiſcher Hinſicht zu empfehlenden Methode unſrer aſtronomiſchen Lehrbücher, welche von den ſcheinbaren Bewegungen der Himmelskörper zu den wirklichen übergeht.

In einem Werke aber, welches das bereits Erkannte, ſelbſt das, was in dem dermaligen Zuſtande unſeres Wiſſens für gewiß, oder nach verſchiedenen Abſtufungen für wahrſcheinlich gehalten wird, aufzählen, nicht die Beweiſe liefern ſoll, welche die erzielten Reſultate begründen, iſt ein anderer Ideengang vorzuziehen. Hier wird nicht mehr von dem ſubjectiven Standpunkte, von dem menſchlichen Intereſſe ausgegangen. Das Irdiſche darf nur als ein Theil des Ganzen, als dieſem untergeordnet erſcheinen. Die Naturanſicht ſoll allgemein, ſie ſoll groß und frei, nicht durch Motive der Nähe, des gemüthlicheren Antheils, der relativen Nützlichkeit beengt ſein. Eine phyſiſche Weltbeſchreibung, ein *Weltgemälde* beginnt daher nicht mit dem Telluriſchen, ſie beginnt mit dem, was die Himmelsräume erfüllt. Aber indem ſich die Sphären der Anſchauung räumlich verengen, vermehrt ſich der individuelle Reichthum des Unterſcheidbaren, die Fülle phyſiſcher Erſcheinungen, die Kenntniß der qualitativen Heterogeneität der Stoffe. Aus den Regionen, in denen wir nur die Herrſchaft der Gravitationsgeſetze erkennen, ſteigen wir dann zu unſerem Planeten, zu dem verwickelten Spiel der Kräfte im Erdeleben herab. Die hier geſchilderte naturbeſchreibende Methode iſt der, welche Reſultate begründet, entgegengeſetzt. Die eine zählt auf, was auf dem anderen Wege erwieſen worden iſt.

Durch Organe nimmt der Menſch die Außenwelt in ſich auf. Lichterſcheinungen verkünden uns das Daſein der Materie in den fernſten Himmelsräumen. Das Auge iſt

das Organ der Weltanschauung. Die Erfindung des telescopischen Sehens hat seit drittehalb Jahrhunderten den späteren Generationen eine Macht verliehen, deren Grenze noch nicht erreicht ist. Die erste und allgemeinste Betrachtung im Kosmos ist die des Inhalts der Welträume, die Betrachtung der Vertheilung der Materie, des Geschaffenen, wie man gewöhnlich das Seiende und Werdende zu nennen pflegt. Wir sehen die Materie theils zu rotirenden und kreisenden Weltkörpern von sehr verschiedener Dichtigkeit und Größe geballt, theils selbstleuchtend dunstförmig als Lichtnebel zerstreut. Betrachten wir zuerst die Nebelflecke, den in bestimmte Formen geschiedenen Weltdunst, so scheint derselbe in steter Veränderung seines Aggregat-Zustandes begriffen. Er tritt auf, scheinbar in kleinen Dimensionen, als runde oder elliptische Scheibe, einfach oder gepaart, bisweilen durch einen Lichtfaden verbunden; bei größerem Durchmesser ist er vielgestaltet, langgestreckt, oder in mehrere Zweige auslaufend, als Fächer oder scharf begrenzter Ring mit dunklem Inneren. Man glaubt diese Nebelflecke mannigfaltigen, fortschreitenden Gestaltungs-Processen unterworfen, je nachdem sich in ihnen der Weltdunst um einen oder um mehrere Kerne nach Attractions-Gesetzen verdichtet. Fast drittehalbtausend solcher unauflöslichen Nebelflecke, in denen die mächtigsten Fernröhre keine Sterne unterscheiden, sind bereits aufgezählt und in ihrer örtlichen Lage bestimmt worden.

Die genetische Entwickelung, die perpetuirliche Fortbildung, in welcher dieser Theil der Himmelsräume begriffen scheint, hat denkende Beobachter auf die Analogie organischer Erscheinungen geleitet. Wie wir in unsern Wäldern

dieſelbe Baumart gleichzeitig in allen Stufen des Wachsthums ſehen, und aus dieſem Anblick, aus dieſer Coexiſtenz den Eindruck fortſchreitender Lebens-Entwicklung ſchöpfen, ſo erkennen wir auch in dem großen Weltgarten die verſchiedenſten Stadien allmäliger Sternbildung. Der Proceß der Verdichtung, den Anaximenes und die ganze ioniſche Schule lehrte, ſcheint hier gleichſam unter unſern Augen vorzugehen. Dieſer Gegenſtand des Forſchens und Ahnens iſt vorzugsweiſe anziehend für die Einbildungskraft. Was in den Kreiſen des Lebens und aller inneren treibenden Kräfte des Weltalls ſo unausſprechlich feſſelt, iſt minder noch die Erkenntniß des Seins, als die des Werdens; ſei dies Werden auch nur (denn vom eigentlichen Schaffen als einer Thathandlung, vom Entſtehen, als „Anfang des Seins nach dem Nichtſein", haben wir weder Begriff noch Erfahrung) ein neuer Zuſtand des ſchon materiell Vorhandenen.

Nicht bloß durch Vergleichung der verſchiednen Entwicklungs-Momente, in denen ſich die gegen ihr Inneres mehr oder minder verdichteten Nebelflecke zeigen, auch durch unmittelbare auf einander folgende Beobachtungen hat man geglaubt, zuerſt in der Andromeda, ſpäter im Schiffe Argo und in dem iſolirten faſrigen Theile des Orion-Nebels wirkliche Geſtaltveränderungen zu bemerken. Ungleichheit der Lichtſtärke in den angewandten Inſtrumenten, verſchiedene Zuſtände unſeres Luftkreiſes, und andere optiſche Verhältniſſe machen freilich einen Theil der Reſultate als wahrhaft hiſtoriſche Ergebniſſe zweifelhaft.

Mit den eigentlichen vielgeſtalteten Nebelflecken, deren einzelne Theile einen ungleichen Glanz haben und

die mit abnehmendem Umfang sich vielleicht zuletzt in Sterne concentriren, mit sogenannten planetarischen Nebeln, deren runde, etwas eiförmige Scheiben in allen Theilen eine völlig gleiche milde Intensität des Lichtes zeigen, sind nicht die Nebelsterne zu verwechseln. Hier projiciren sich nicht etwa zufällig Sterne auf fernem nebligem Grunde; nein, die dunstförmige Materie, der Lichtnebel bildet Eine Masse mit dem von ihm umgebenen Gestirne. Bei der oft sehr beträchtlichen Größe ihres scheinbaren Durchmessers und der Ferne, in der sie aufglimmen, müssen beide, die planetarischen Nebelflecke sowohl als die Nebelsterne, ungeheure Dimensionen haben. Neue und scharfsinnige Betrachtungen [1] über den sehr verschiedenen Einfluß der Entfernung auf die Intensität des Lichtes einer Scheibe von meßbarem Durchmesser oder eines einzelnen selbstleuchtenden Punktes machen es nicht unwahrscheinlich, daß die planetarischen Nebelflecke sehr ferne Nebelsterne sind, in denen der Unterschied zwischen dem Centralsterne und der ihn umgebenden Dunsthülle selbst für unser telescopisches Sehen verschwunden ist.

Die prachtvollen Zonen des südlichen Himmels zwischen den Parallelkreisen von 50° und 80° sind besonders reich an Nebelsternen und zusammengedrängten, nicht aufzulösenden Nebelflecken. Von den zwei Magelhanischen Wolken, die um den sternleeren, verödeten Südpol kreisen, erscheint besonders die größere, nach den neuesten Untersuchungen [2], „als ein wundersames Gemenge von Sternschwärmen, von theils kugelförmigen Haufen von Nebelsternen verschiedener Größe, und von unauflöslichen Nebelflecken, die, eine allgemeine Helligkeit des Gesichtsfeldes hervorbringend,

wie den Hintergrund des Bildes darstellen". Der Anblick dieser Wolken, des lichtstrahlenden Schiffes Argo, der Milchstraße zwischen dem Scorpion, dem Centaur und dem Kreuze, ja die landschaftliche Anmuth des ganzen südlichen Himmels haben mir einen unvergeßlichen Eindruck zurückgelassen. Das Zodiacallicht, das pyramidenförmig aufsteigt (ebenfalls in seinem milden Glanze der ewige Schmuck der Tropennächte), ist entweder ein großer zwischen der Erde und Mars rotirender Nebelring oder, doch mit minderer Wahrscheinlichkeit, die äußerste Schicht der Sonnen-Atmosphäre selbst. Außer diesen Lichtwolken und Nebeln von bestimmter Form verkündigen noch genaue und immer mit einander übereinstimmende Beobachtungen die Existenz und die allgemeine Verbreitung einer wahrscheinlich nicht selbst leuchtenden, unendlich fein zertheilten Materie, welche, Widerstand leistend, in dem Encke'schen und vielleicht auch in dem Biela'schen Cometen durch Verminderung der Excentricität und Verkürzung der Umlaufszeit sich offenbart. Diese hemmende ätherische und kosmische Materie kann als bewegt, trotz ihrer ursprünglichen Tenuität als gravitirend, in der Nähe des großen Sonnenkörpers verdichtet, ja seit Myriaden von Jahren, durch ausströmenden Dunst der Cometenschweife, als vermehrt gedacht werden.

Gehen wir nun von der dunstartigen Materie des unermeßlichen Himmelsraumes (οὐρανοῦ χόρτος[3]), wie sie bald formlos zerstreut und unbegrenzt, ein kosmischer Weltäther, bald in Nebelflecke verdichtet ist, zu dem geballten, starren Theile des Universums über, so nähern wir uns einer Classe von Erscheinungen, die ausschließlich mit dem Namen der Gestirne oder der Sternenwelt bezeichnet

wird. Auch hier sind die Grade der Starrheit oder Dichtigkeit der geballten Materie verschieden. Unser eigenes Sonnensystem bietet alle Stufen mittlerer Dichtigkeit (des Verhältnisses des Volums zur Masse) dar. Wenn man die Planeten von Merkur bis Mars mit der Sonne und mit Jupiter, und dann diese letzteren zwei Gestirne mit dem noch undichteren Saturn vergleicht, so gelangt man, in absteigender Stufenleiter, um an irdische Stoffe zu erinnern, von der Dichtigkeit des Antimon-Metalles zu der des Honigs, des Wassers und des Tannenholzes. In den Cometen, die den zahlreichsten Theil der individualisirten Naturformen unsers Sonnensystems ausmachen, läßt selbst noch der concentrirtere Theil, welchen wir den Kopf oder Kern zu nennen pflegen, das Sternenlicht ungebrochen durch. Die Masse der Cometen erreicht vielleicht nie den fünftausendsten Theil der Erdmasse. So verschiedenartig zeigen sich die Gestaltungs-Processe in dem ursprünglichen und vielleicht fortschreitenden Ballen der Materie. Von dem Allgemeinsten ausgehend, war es vorzugsweise nöthig, hier diese Verschiedenartigkeit zu bezeichnen, nicht als ein Mögliches, sondern als ein Wirkliches, im Weltraume Gegebenes.

Was Wright, Kant und Lambert, nach Vernunftschlüssen, von der allgemeinen Anordnung des Weltgebäudes, von der räumlichen Vertheilung der Materie geahnet, ist durch Sir William Herschel auf dem sichreren Wege der Beobachtung und der Messung ergründet worden. Der große, begeisterte und doch so vorsichtig forschende Mann hat zuerst das Senkblei in die Tiefen des Himmels geworfen, um die Grenzen und die Form der abgesonderten

Sternschicht zu bestimmen, die wir bewohnen; er hat zuerst gewagt, die Verhältnisse der Lage und des Abstandes ferner Nebelflecke zu unserer Sternschicht aufzuklären. Wilhelm Herschel hat (so sagt die schöne Grabschrift zu Upton) die Schranken des Himmels durchbrochen (caelorum perrupit claustra); wie Columbus, ist er vorgedrungen in ein unbekanntes Weltenmeer, Küsten und Inselgruppen erblickend, deren letzte wahre Ortsbestimmung kommenden Jahrhunderten vorbehalten bleibt.

Betrachtungen über die verschiedene Lichtstärke der Sterne und über ihre relative Zahl, d. i. über die numerische Seltenheit oder Anhäufung in gleich großen Feldern der Fernröhre, haben auf die Annahme ungleicher Entfernung und räumlicher Vertheilung in den durch sie gebildeten Schichten geleitet. Solche Annahmen, in so fern sie zu einer Begrenzung der einzelnen Theile des Weltbaus führen sollen, können allerdings nicht denselben Grad mathematischer Gewißheit darbieten, der in allem erreicht wird, was unser Sonnensystem, was das Kreisen der Doppelsterne mit ungleicher Geschwindigkeit um einen gemeinsamen Schwerpunkt, was die scheinbare oder wirkliche Bewegung aller Gestirne betrifft. Man würde geneigt sein, die physische Weltbeschreibung, wenn sie von den fernsten Nebelflecken anhebt, mit dem mythischen Theile der Weltgeschichte zu vergleichen. Beide Disciplinen beginnen im Dämmerlichte der Vorzeit, wie des unerreichbaren Raumes; und wo die Wirklichkeit zu entschwinden droht, ist die Phantasie zwiefach angeregt, aus eigener Fülle zu schöpfen und den unbestimmten, wechselnden Gestalten Umriß und Dauer zu geben.

Vergleicht man den Weltraum mit einem der inselreichen Meere unseres Planeten, so kann man sich die Materie gruppenweise vertheilt denken: bald in unauflösliche Nebelflecke von verschiedenem Alter, um einen oder um mehrere Kerne verdichtet, bald schon in Sternhaufen oder isolirte Sporaden geballt. Unser Sternhaufen, die Weltinsel, zu der wir gehören, bildet eine linsenförmig abgeplattete, überall abgesonderte Schicht, deren große Axe zu sieben- bis achthundert, die kleine zu hundert und funfzig Siriusweiten geschätzt wird. In der Voraussetzung, daß die Parallaxe des Sirius nicht größer ist als die genau bestimmte des glänzendsten Sternes im Centaur (0″,9128), durchläuft das Licht eine Siriusweite in drei Jahren, während aus Bessel's vortrefflicher früheren Arbeit[4] über die Parallaxe des merkwürdigen 61sten Sternes im Schwan (0″,3483), dessen beträchtliche eigene Bewegung auf eine große Nähe hätte schließen lassen, folgt, daß von diesem Sterne das Licht zu uns erst in 9¼ Jahren gelangt. Unsere Sternschicht, eine Scheibe von geringer Dicke, ist zu einem Drittel in zwei Arme getheilt; man glaubt, wir stehen dieser Theilung nahe, ja der Gegend des Sirius näher als dem Sternbild des Adlers, fast in der Mitte der körperlichen Ausdehnung der Schicht, ihrer Dicke oder kleinen Axe nach.

Dieser Ort unsres Sonnensystems und die Gestaltung der ganzen Linse sind aus Stern-Aichungen, d. h. aus jenen Sternzählungen geschlossen, deren ich oben bereits erwähnte und die sich auf gleich große Abtheilungen des telescopischen Gesichtsfeldes beziehen. Die zu- und abnehmende Sternmenge mißt die Tiefe der Schicht nach verschiedenen Richtungen hin. So geben die Aichungen die

Länge der Visionsradien, gleichsam die jedesmalige Länge des ausgeworfenen Senkbleies, wenn dasselbe den Boden der Sternschicht oder richtiger gesprochen, da hier kein oben und unten ist, die äußere Begrenzung erreichen soll. Das Auge sieht in der Richtung der Längenaxe, da wo die meisten Sterne hinter einander liegen, die letzteren dicht zusammengedrängt, wie durch einen milchfarbenen Schimmer (Lichtdunst) vereinigt, und an dem scheinbaren Himmelsgewölbe, in einem dasselbe ganz umziehenden Gürtel, perspectivisch dargestellt. Der schmale und in Zweige getheilte Gürtel, von prachtvollem, doch ungleichem und durch dunklere Stellen unterbrochenem Lichtglanze, weicht an der hohlen Sphäre nur um wenige Grade von einem größten Kreise ab, weil wir uns nahe bei der Mitte des ganzen Sternhaufens und fast in der Ebene selbst der Milchstraße befinden. Stände unser Planetensystem fern außerhalb des Sternhaufens, so würde die Milchstraße dem bewaffneten Auge als ein Ring und, in noch größerer Ferne, als ein auflöslicher, scheibenförmiger Nebelfleck erscheinen.

Unter den vielen selbstleuchtenden ihren Ort verändernden Sonnen (irrthümlich sogenannten Fixsternen), welche unsre Weltinsel bilden, ist unsere Sonne die einzige, die wir als Centralkörper durch wirkliche Beobachtung in dem Verhältniß zu der von ihr unmittelbar abhängigen, um sie kreisenden geballten Materie (in mannigfacher Form von Planeten, Cometen und aërolithenartigen Asteroiden) kennen. In den vielfachen Sternen (Doppelsonnen oder Doppelsternen), so weit sie bisher ergründet sind, herrscht nicht dieselbe planetarische Abhängigkeit der relativen Bewegung und Erleuchtung, welche unser Sonnen-

ſyſtem charakteriſirt. Zwei oder mehrere ſelbſtleuchtende Geſtirne, deren Planeten und Monde (falls ſie vorhanden ſind) unſrer jetzigen teleſcopiſchen Sehkraft entgehen, kreiſen allerdings auch hier um einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt; aber dieſer Schwerpunkt fällt in einen vielleicht mit ungeballter Materie (Weltdunſt) ausgefüllten Raum, während derſelbe bei unſerer Sonne oft in der innerſten Begrenzung eines ſichtbaren Centralkörpers enthalten iſt. Wenn man Sonne und Erde oder Erde und Mond als Doppelſterne, unſer ganzes planetariſches Sonnenſyſtem als eine vielfache Sterngruppe betrachtet, ſo erſtreckt ſich die Analogie, welche eine ſolche Benennung hervorruft, nur auf die, Attractions-Syſtemen verſchiedener Ordnung zukommenden, von den Lichtproceſſen und der Art der Erleuchtung ganz unabhängigen Bewegungen.

Bei dieſer Verallgemeinerung kosmiſcher Anſichten, welche dem Entwurf eines Natur- oder Weltgemäldes zukommt, kann das Sonnenſyſtem, zu dem die Erde gehört, in zwiefacher Beziehung betrachtet werden: zunächſt in Beziehung auf die verſchiedenen Claſſen individualiſirter geballter Materie, auf die Größe, die Geſtaltung, die Dichtigkeit und den Abſtand der Weltkörper deſſelben Syſtems; dann in Beziehung auf andre Theile unſeres Sternhaufens, auf die Ortsveränderung der Sonne innerhalb deſſelben.

Das Sonnenſyſtem, d. h. die um die Sonne kreiſende ſehr verſchiedentlich geformte Materie, beſteht nach unſrer jetzigen Kenntniß aus eilf Hauptplaneten, achtzehn Monden oder Nebenplaneten, und Myriaden von Cometen, deren drei (planetariſche) das enge Gebiet der Hauptplaneten nicht verlaſſen. Mit nicht geringer Wahrſchein-

lichkeit dürfen wir auch dem Gebiete unserer Sonne, der unmittelbaren Sphäre ihrer Centralkraft, zuzählen: erstens einen rotirenden Ring dunstartiger Materie, vielleicht zwischen der Venus- und Marsbahn gelegen, gewiß die Erdbahn [5] überschreitend und uns in Pyramidalform als Zodiacallicht sichtbar; zweitens eine Schaar von sehr kleinen Asteroiden, deren Bahnen unsre Erdbahn schneiden oder ihr sehr nahe kommen, und die Erscheinungen von Aërolithen und fallenden Sternschnuppen darbieten. Umfaßt man die Complication von Gestaltungen, die in so verschiedenen, mehr oder weniger excentrischen Bahnen um die Sonne kreisen; ist man nicht geneigt, mit dem unsterblichen Verfasser der Mécanique céleste die größere Zahl der Cometen für Nebelsterne zu halten, die von einem Centralsysteme zum anderen [6] schweifen; so muß man bekennen, daß das vorzugsweise so genannte Planetensystem, d. h. die Gruppe der Weltkörper, welche in wenig excentrischen Bahnen sammt ihrem Mondgefolge um die Sonne kreisen, nicht der Masse, aber der Zahl der Individuen nach, einen kleinen Theil des ganzen Systems ausmacht.

Die telescopischen Planeten, Vesta, Juno, Ceres und Pallas, mit ihren unter sich verschlungenen, stark geneigten und mehr excentrischen Bahnen, hat man versucht als eine scheidende Zone räumlicher Abtheilungen in unsrem Planetensysteme, gleichsam als eine mittlere Gruppe zu betrachten. Nach dieser Ansicht bietet die innere Planetengruppe (Merkur, Venus, Erde und Mars) in Vergleich mit der äußeren (Jupiter, Saturn und Uranus) mehrere auffallende Contraste [7] dar. Die inneren, sonnennäheren Planeten sind von mäßiger Größe, dichter, ziemlich gleich und

langsam rotirend (in fast 24stündiger Umdrehungszeit), minder abgeplattet, und bis auf einen gänzlich mondlos. Die äußeren, sonnenfernen Planeten sind mächtig größer, fünfmal undichter, mehr als zweimal schneller in der Umdrehungszeit um ihre Axe, stärker abgeplattet, und mondreicher im Verhältniß von 17 zu 1, wenn dem Uranus wirklich sechs Satelliten zukommen.

Diese allgemeinen Betrachtungen über gewisse charakteristische Eigenschaften ganzer Gruppen lassen sich aber nicht mit gleichem Rechte auf die einzelnen Planeten jeglicher Gruppe anwenden; nicht auf die Verhältnisse des Abstandes von dem Centralkörper zu der absoluten Größe, zu der Dichtigkeit, zu der Umdrehungszeit, zu der Excentricität, zu der Neigung der Bahnen und Axen kreisender Weltkörper. Wir kennen bisher keine innere Nothwendigkeit, kein mechanisches Naturgesetz, welches (wie das schöne Gesetz, das die Quadrate der Umlaufszeiten an die Würfel der großen Axen bindet) die eben genannten sechs Elemente der Planetenkörper und der Form ihrer Bahnen von einander oder von den mittleren Entfernungen abhängig machte. Der sonnenfernere Mars ist kleiner als die Erde und Venus, ja unter allen längstbekannten, größeren Planeten dem sonnennahen Merkur in dem Durchmesser am nächsten; Saturn ist kleiner als Jupiter und doch viel größer als Uranus. Die Zone der, im Volum so unbedeutenden, telescopischen Planeten liegt in einer Abstandsreihe, die von der Sonne anhebt, unmittelbar vor Jupiter, dem mächtigsten aller planetarischen Weltkörper; und doch haben mehrere dieser kleinen Asteroiden, deren Scheiben wenig meßbar sind, kaum die Hälfte mehr

Oberfläche, als Frankreich, Madagascar oder Borneo. So auffallend auch die äußerst geringe Dichtigkeit aller der coloſſalen Planeten iſt, welche der Sonne am fernſten liegen, ſo läßt ſich auch hier keine regelmäßige Folge erkennen[8]. Uranus ſcheint wieder dichter als Saturn zu ſein, ſelbſt wenn man Lamont's kleinere Maſſe $\frac{1}{24605}$ annimmt; und trotz der unbeträchtlichen Dichtigkeitsverſchiedenheit der innerſten Planetengruppe[9] finden wir doch, zu beiden Seiten der Erde, Venus und Mars undichter, als ſie ſelbſt. Die Rotationszeit nimmt im Ganzen freilich in der Sonnenferne ab, doch iſt ſie im Mars größer als bei der Erde, im Saturn größer als im Jupiter. Die ſtärkſte Excentricität unter allen Planeten haben die elliptiſchen Bahnen der Juno, der Pallas und des Merkur, die kleinſte Venus und die Erde, zwei unmittelbar auf einander folgende Planeten. Merkur und Venus bieten demnach dieſelben Contraſte dar, als man in den vier, in ihren Bahnen eng verſchlungenen Aſteroiden bemerkt. Die unter ſich ſehr gleichen Excentricitäten der Juno und Pallas ſind jede dreimal ſtärker, als die der Ceres und Veſta. Eben ſo iſt es mit der Neigung der Planetenbahnen gegen die Projectionsebene der Ecliptik und mit der Stellung der Umdrehungsachſen auf ihren Bahnen, einer Stellung, von welcher mehr noch als von der Excentricität die Verhältniſſe des Klima's, der Jahreszeiten und Tageslängen abhangen. Die Planeten, welche die gedehnteſte elliptiſche Bahn zeigen, Juno, Pallas und Merkur, haben auch, aber nicht in demſelben Verhältniß, die ſtärkſten Neigungen der Bahnen gegen die Ecliptik. Die der Pallas iſt cometenartig, faſt 26mal größer als die Neigung des Jupiter, während daß die

kleine Vesta, die der Pallas so nahe ist, den Neigungswinkel der Jupitersbahn kaum sechsmal übertrifft. Die Achsenstellungen der wenigen (4 bis 5) Planeten, deren Rotationsebene wir mit einiger Gewißheit kennen, bieten ebenfalls keine regelmäßige Reihefolge dar. Nach der Lage der Uranustrabanten zu urtheilen, deren zwei (der zweite und vierte) in den neuesten Zeiten mit Sicherheit wieder gesehen worden sind, ist die Achse des äußersten aller Planeten vielleicht kaum 11° gegen seine Bahn geneigt; und Saturn befindet sich mitten zwischen Jupiter, dessen Rotationsachse fast senkrecht steht, und dem Uranus, in welchem die Achse fast mit der Bahn zusammenfällt.

Die Welt der Gestaltungen wird in dieser Aufzählung räumlicher Verhältnisse geschildert als etwas thatsächliches, als ein Daseiendes in der Natur, nicht als Gegenstand intellectueller Anschauung, innerer, ursachlich ergründeter Verkettung. Das Planetensystem in seinen Verhältnissen von absoluter Größe und relativer Achsenstellung, von Dichtigkeit, Rotationszeit und verschiedenen Graden der Excentricität der Bahnen hat für uns nicht mehr Naturnothwendiges, als das Maaß der Vertheilung von Wasser und Land auf unserem Erdkörper, als der Umriß der Continente oder die Höhe der Bergketten. Kein allgemeines Gesetz ist in dieser Hinsicht in den Himmelsräumen oder in den Unebenheiten der Erdrinde aufzufinden. Es sind Thatsachen der Natur, hervorgegangen aus dem Conflict vielfacher, einst unter unbekannten Bedingungen wirkender Kräfte. Zufällig aber erscheint dem Menschen in der Planetenbildung, was er nicht genetisch zu erklären vermag. Haben sich die Planeten aus einzelnen um die

Sonne kreisenden Ringen dunstförmiger Stoffe gebildet, so können die verschiedene Dicke, die ungleichförmige Dichtigkeit, die Temperatur und die electro-magnetische Spannung dieser Ringe zu den verschiedensten Gestaltungen der geballten Materie, wie das Maaß der Wurfgeschwindigkeit und kleine Abänderungen in der Richtung des Wurfes zu den mannigfaltigsten Formen und Neigungen der elliptischen Bahnen Anlaß gegeben haben. Massenanziehungen und Gravitationsgesetze haben gewiß hier, wie in den geognostischen Verhältnissen der Continentalerhebungen, gewirkt; aber aus der gegenwärtigen Form der Dinge ist nicht auf die ganze Reihe der Zustände zu schließen, welche sie bis zu ihrer Entstehung durchlaufen haben. Selbst das sogenannte Gesetz der Abstände der Planeten von der Sonne, die Progression, aus deren fehlendem Gliede schon Kepler die Existenz eines die Lücke ausfüllenden Planeten zwischen Mars und Jupiter ahnete, ist als numerisch ungenau für die Distanzen zwischen Merkur, Venus und Erde, und, wegen des supponirten ersten Gliedes, als gegen die Begriffe einer Reihe streitend befunden worden.

Die eilf bisher entdeckten, um unsere Sonne kreisenden Hauptplaneten finden sich gewiß von 14, wahrscheinlich von 18 Nebenplaneten (Monden, Satelliten) umgeben. Die Hauptplaneten sind also wiederum Centralkörper für untergeordnete Systeme. Wir erkennen hier in dem Weltbau gleichsam denselben Gestaltungsproceß, den uns so oft die Entfaltung des organischen Lebens, bei vielfach zusammengesetzten Thier- und Pflanzengruppen, in der typischen Formwiederholung untergeordneter Sphären zeigt. Die Nebenplaneten oder Monde werden häufiger in der

äußeren Region des Planetensystems, jenseits der in sich verschlungenen Bahnen der sogenannten kleinen Planeten. Diesseits sind alle Hauptplaneten mondlos, die einzige Erde abgerechnet, deren Satellit verhältnißmäßig sehr groß ist, da sein Durchmesser den vierten Theil des Erddurchmessers ausmacht, während daß der größte aller bekannten Monde, der sechste der Saturnstrabanten, vielleicht $1/47$, und der größte aller Jupiterstrabanten, der dritte, dem Durchmesser nach, nur $1/26$ ihres Hauptplaneten oder Centralkörpers sind. Die mondreichsten Planeten findet man unter den fernsten, welche zugleich die größern, die sehr undichten und sehr abgeplatteten sind. Nach den neuesten Messungen von Mädler hat Uranus die stärkste aller planetarischen Abplattungen, $1/9{,}92$. Bei der Erde und ihrem Monde, deren mittlere Entfernung von einander 51800 geographische Meilen beträgt, ist die Differenz ^{10} der Massen und der Durchmesser beider Weltkörper weit geringer, als wir sie sonst bei Haupt- und Nebenplaneten und Körpern verschiedener Ordnung im Sonnensysteme anzutreffen gewohnt sind. Während die Dichtigkeit des Erdtrabanten $5/9$ geringer als die der Erde selbst ist, scheint, falls man den Bestimmungen der Größen und Massen hinlänglich trauen darf, unter den Monden, welche den Jupiter begleiten, der zweite dichter als der Hauptplanet zu sein.

Von den 14 Monden, deren Verhältnisse mit einiger Gewißheit ergründet worden sind, bietet das System der sieben Saturnstrabanten die Beispiele des beträchtlichsten Contrastes in der absoluten Größe und in den Abständen von dem Hauptplaneten dar. Der sechste Saturns-Satellit ist wahrscheinlich nicht viel kleiner als Mars,

während unser Erdmond genau nur den halben Durchmesser dieses Planeten hat. Am nächsten steht, dem Volum nach, den beiden äußersten (dem sechsten und siebenten) Saturnstrabanten der dritte und hellste unter den Jupitersmonden. Dagegen gehören die durch das 40füßige Teleskop im Jahr 1789 von Wilhelm Herschel entdeckten, von John Herschel am Vorgebirge der guten Hoffnung, von Vico zu Rom und von Lamont zu München wiedergesehenen zwei innersten Saturnstrabanten, vielleicht neben den so fernen Uranusmonden, zu den kleinsten und nur unter besonders günstigen Umständen in den mächtigsten Fernröhren sichtbaren Weltkörpern unseres Sonnensystems. Alle Bestimmungen der wahren Durchmesser der Satelliten, ihre Herleitung aus der Messung der scheinbaren Größe kleiner Scheiben sind vielen optischen Schwierigkeiten unterworfen; und die rechnende Astronomie, welche die Bewegungen der Himmelskörper, wie sie sich uns von unserm irdischen Standpunkte aus darstellen werden, numerisch vorher bestimmt, ist allein um Bewegung und Masse, wenig aber um die Volume bekümmert.

Der absolute Abstand eines Mondes von seinem Hauptplaneten ist am größten in dem äußersten oder siebenten Saturnstrabanten. Seine Entfernung vom Saturn beträgt über eine halbe Million geographischer Meilen, zehnmal so viel, als die Entfernung unseres Mondes von der Erde. Bei dem Jupiter ist der Abstand des äußersten (vierten) Trabanten nur 260000 Meilen; bei dem Uranus aber, falls der sechste Trabant wirklich vorhanden ist, erreicht er 340000 Meilen. Vergleicht man in jedem dieser untergeordneten Systeme das Volum des Hauptplaneten mit der Entfernung der äußersten Bahn, in welcher sich

ein Mond gebildet hat, so erscheinen ganz andere numerische Verhältnisse. In Halbmessern des Hauptplaneten ausgedrückt, sind die Distanzen der letzten Trabanten bei Uranus, Saturn und Jupiter wie 91, 64 und 27. Der äußerste Saturnstrabant erscheint dann nur um ein Geringes ($1/15$) vom Centrum des Saturn entfernter, als unser Mond von der Erde. Der einem Hauptplaneten nächste Trabant ist zweifelsohne der erste oder innerste des Saturn, welcher dazu noch das einzige Beispiel eines Umlaufes von weniger als 24 Stunden darbietet. Seine Entfernung vom Centrum des Hauptplaneten beträgt nach Mädler und Wilhelm Beer, in Halbmessern des Saturn ausgedrückt, 2,47; in Meilen 20022. Der Abstand von der Oberfläche des Hauptplaneten kann daher nur 11870, der Abstand von dem äußersten Rande des Ringes nur 1229 Meilen betragen. Ein Reisender versinnlicht sich gern einen so kleinen Raum, indem er an den Ausspruch eines kühnen Seemannes, Capitän Beechey, erinnert, der erzählt, daß er in drei Jahren 18200 geographische Meilen zurückgelegt habe. Wenn man nicht die absoluten Entfernungen, sondern die Halbmesser der Hauptplaneten zum Maaße anwendet, so findet man, daß selbst der erste oder nächste Jupitersmond, welcher dem Centrum des Planeten 6500 Meilen ferner, als der Mond der Erde, liegt, von dem Centrum seines Hauptplaneten nur um 6 Jupitershalbmesser absteht, während der Erdmond volle $60\frac{1}{3}$ Erdhalbmesser von uns entfernt ist.

In den untergeordneten Systemen der Trabanten oder Nebenplaneten spiegeln sich übrigens, ihrer Beziehung nach, zum Hauptplaneten und unter einander, alle Gravitations-

Gesetze ab, welche in dem, die Sonne umkreisenden Hauptplaneten walten. Die 12 Monde des Saturn, Jupiter und der Erde bewegen sich alle, wie die Hauptplaneten, von Westen nach Osten, und in elliptischen Bahnen, die überaus wenig von Kreisbahnen abweichen. Nur der Erdmond und wahrscheinlich der erste und innerste Saturnstrabant (0,068) haben eine Excentricität, welche größer ist als die des Jupiter; bei dem von Bessel so genau beobachteten sechsten Saturnstrabanten (0,029) überwiegt sie die Excentricität der Erde. An der äußersten Grenze des Planetensystems, wo die Centralkraft der Sonne in 19 Erdweiten schon beträchtlich gemindert ist, zeigt das, freilich noch wenig ergründete System der Uranusmonde die auffallendsten Contraste. Statt daß alle anderen Monde, wie die Planetenbahnen, wenig gegen die Ecliptik geneigt sind, und sich, die Saturnsringe (gleichsam verschmolzene oder ungetheilte Trabanten) nicht abgerechnet, von Westen nach Osten bewegen, so stehen die Uranusmonde fast senkrecht auf der Ecliptik, bewegen sich aber, wie Sir John Herschel durch vieljährige Beobachtungen bestätigt hat, rückläufig von Osten nach Westen. Wenn Haupt- und Nebenplaneten sich durch Zusammenziehung der alten Sonnen- und Planeten-Atmosphären aus rotirenden Dunstringen gebildet haben, so muß in den Dunstringen, die um den Uranus kreisten, es sonderbare, uns unbekannte Verhältnisse der Retardation oder des Gegenstoßes gegeben haben, um genetisch eine solche der Rotation des Centralkörpers entgegengesetzte Richtung der Umlaufsbewegung in dem zweiten und vierten Uranustrabanten hervorzurufen.

Bei allen Nebenplaneten ist höchst wahrscheinlich die

Rotationsperiode der Periode des Umlaufs um den Hauptplaneten gleich, so daß sie alle immerdar dem letzteren dieselbe Seite zuwenden. Ungleichheiten als Folge kleiner Veränderungen im Umlaufe verursachen indeß Schwankungen von 6 bis 8 Grad (eine scheinbare Libration) sowohl in Länge als in Breite. So sehen wir z. B. nach und nach vom Erdmonde mehr als die Hälfte seiner Oberfläche, bald etwas mehr vom östlichen und nördlichen, bald etwas mehr vom westlichen oder südlichen Mondrande. Durch die Libration[11] werden uns sichtbarer das Ringgebirge Malapert, welches bisweilen den Südpol des Mondes bedeckt, die arctische Landschaft um den Kraterberg Gioja, wie die große graue Ebene nahe dem Endymion, welche in Flächeninhalt das Mare Vaporum übertrifft. Ueberhaupt bleiben $^3/_7$ der Oberfläche gänzlich und, wenn nicht neue, unerwartet störende Mächte eindringen, auf immer unseren Blicken entzogen. Diese kosmischen Verhältnisse mahnen unwillkührlich an fast gleiche in der intellectuellen Welt, an die Ergebnisse des Denkens, wo in dem Gebiete der tiefen Forschung über die dunkele Werkstätte der Natur und die schaffende Urkraft es ebenfalls abgewandte, unerreichbar scheinende Regionen giebt, von denen sich seit Jahrtausenden dem Menschengeschlechte, von Zeit zu Zeit, bald in wahrem, bald in trügerischem Lichte erglimmend, ein schmaler Saum gezeigt hat.

Wir haben bisher betrachtet, als Producte Einer Wurfkraft und durch enge Bande der gegenseitigen Anziehung an einander gefesselt, die Hauptplaneten, ihre Trabanten und die Gewölbsformen concentrischer Ringe, die wenigstens einem der äußersten Planeten zugehören. Es bleibt uns

noch übrig, unter den um die Sonne in eigenen Bahnen kreisenden und von ihr erleuchteten Weltkörpern die ungezählte Schaar der Cometen zu nennen. Wenn man eine gleichmäßige Vertheilung ihrer Bahnen, die Grenze ihrer Perihelien (Sonnennähen), und die Möglichkeit ihres Unsichtbarbleibens für die Erdbewohner nach den Regeln der Wahrscheinlichkeits-Rechnung abwägt, so findet man eine Zahl von Myriaden, über welche die Einbildungskraft erstaunt. Schon Kepler sagt mit der ihm eigenen Lebendigkeit des Ausdrucks: es gebe in den Welträumen mehr Cometen, als Fische in den Tiefen des Oceans. Indeß sind der berechneten Bahnen kaum noch 150, wenn die Zahl der Cometen, über deren Erscheinung und Lauf durch bekannte Sternbilder man mehr oder minder rohe Andeutungen hat, auf sechs- oder siebenhundert geschätzt werden kann. Während die sogenannten classischen Völker des Occidents, Griechen und Römer, wohl bisweilen den Ort angeben, wo ein Comet zuerst am Himmel gesehen ward, nie etwas über seine scheinbare Bahn, so bietet die reiche Litteratur der naturbeobachtenden, alles aufzeichnenden Chinesen umständliche Notizen über die Sternbilder dar, welche jeglicher Comet durchlief. Solche Notizen reichen bis mehr denn fünf Jahrhunderte vor der christlichen Zeitrechnung hinauf, und viele derselben werden noch heute [12] von den Astronomen benutzt.

Von allen planetarischen Weltkörpern erfüllen die Cometen, bei der kleinsten Masse (nach einzelnen bisherigen Erfahrungen wahrscheinlich weit unter $^1/_{5000}$ der Erdmasse), mit ihren oft viele Millionen Meilen langen und weit ausgebreiteten Schweifen den größten Raum. Der lichtreflectirende Dunstkegel, den sie ausstrahlen, ist

bisweilen (1680 und 1811) so lang gefunden worden, als die Entfernung der Erde von der Sonne, eine Linie, welche zwei Planetenbahnen, die der Venus und des Merkur, schneidet. Es ist selbst wahrscheinlich, daß in den Jahren 1819 und 1823 unsre Atmosphäre mit dem Dunste der Cometenschweife gemischt war.

Die Cometen selbst zeigen so mannigfaltige Gestalten, oft mehr dem Individuum als der Art angehörend, daß die Beschreibung einer dieser reisenden Lichtwolken (so nannten sie schon Xenophanes und Theon von Alexandrien, der Zeitgenosse des Pappus) nur mit Vorsicht auf eine andere angewendet werden kann. Die schwächsten teleskopischen Cometen sind meist ohne sichtbaren Schweif, und gleichen den Herschel'schen Nebelsternen. Sie bilden rundliche, matt schimmernde Nebel, mit concentrirterem Lichte gegen die Mitte. Das ist der einfachste Typus, aber darum eben so wenig ein rudimentärer Typus, als der eines durch Verdampfung erschöpften, alternden Weltkörpers. In den größeren Cometen unterscheidet man den Kopf oder sogenannten Kern, und einen einfachen oder vielfachen Schweif, den die chinesischen Astronomen sehr charakteristisch den Besen (sui) nennen. Der Kern hat der Regel nach keine bestimmte Begrenzung, ob er gleich in seltenen Fällen wie ein Stern erster und zweiter Größe, ja bei den großen Cometen von 1402, 1532, 1577, 1744 und 1843 selbst am Tage bei hellem Sonnenschein[13], ist leuchtend gesehen worden. Dieser letztere Umstand zeugt demnach bei einzelnen Individuen für eine dichtere, intensiver Lichtreflexion fähige Masse. Auch erschienen in Herschel's großen Teleskopen nur zwei

Cometen, der in Sicilien entdeckte von 1807 wie der schöne von 1811, als wohlbegrenzte Scheiben[14], die eine unter einem Winkel von 1″, die andere von 0″,77, woraus sich der wirkliche Durchmesser von 134 und 107 Meilen ergeben würde. Die minder bestimmt umgrenzten Kerne der Cometen von 1798 und 1805 gaben gar nur 6 bis 7 Meilen Durchmesser. Bei mehreren genau untersuchten Cometen, besonders bei dem eben genannten und so lange gesehenen von 1811, war der Kern und die neblige Hülle, welche ihn umgab, durch einen dunkleren Raum vom Schweife gänzlich getrennt. Die Intensität des Lichtes im Kerne der Cometen ist nicht gleichmäßig bis in das Centrum zunehmend; stark leuchtende Zonen sind mehrfach durch concentrische Nebelhüllen getrennt. Die Schweife haben sich gezeigt bald einfach, bald doppelt, doch selten, und (1807 und 1843) von sehr verschiedener Länge der beiden Zweige; einmal sechsfach, 1744 (bei 60° Oeffnung); gerade oder gekrümmt, sei es zu beiden Seiten, nach außen (1811), oder convex gegen die Seite hin (1618), wohin der Comet sich bewegt; auch wohl gar flammenartig geschwungen. Sie sind, wie (nach Eduard Biot) die chinesischen Astronomen schon im Jahr 837 bemerkten, in Europa aber Fracastoro und Peter Apian erst im sechzehnten Jahrhunderte auf eine bestimmtere Weise verkündigten, stets von der Sonne dergestalt abgewandt, daß die verlängerte Achse durch das Centrum der Sonne geht. Man kann die Ausströmungen als conoidische Hüllen von dickerer oder dünnerer Wandung betrachten, eine Ansicht, durch welche sehr auffallende optische Erscheinungen mit Leichtigkeit erklärt werden.

Die einzelnen Cometen sind aber nicht bloß ihrer Form nach so charakteristisch verschieden (ohne allen sichtbaren Schweif, oder mit einem von 104° Länge, wie im dritten des Jahres 1618); wir sehen sie auch in schnell auf einander folgenden, veränderlichen Gestaltungsprocessen begriffen. Dieser Formenwechsel ist am genauesten und vortrefflichsten an dem Cometen von 1744 von Heinsius in Petersburg, und an dem Halley'schen Cometen bei seiner letzten Wiedererscheinung im Jahr 1835 von Bessel in Königsberg beschrieben worden. An dem der Sonne zugekehrten vorderen Theile des Kerns wurde eine mehr oder minder büschelförmige Ausströmung sichtbar. Die rückwärts gekrümmten Strahlen bildeten einen Theil des Schweifes. „Der Kern des Halley'schen Cometen und seine Ausströmungen gewährten das Ansehen einer brennenden Rakete, deren Schweif durch Zugwind seitwärts abgelenkt wird." Die vom Kopf ausgehenden Strahlen haben wir, Arago und ich, auf der Pariser Sternwarte in auf einander folgenden Nächten sehr verschiedenartig gestaltet [15] gesehen. Der große Königsberger Astronom schloß aus vielfältigen Messungen und theoretischen Betrachtungen: „daß der ausströmende Lichtkegel sich von der Richtung nach der Sonne sowohl rechts als links beträchtlich entfernte, immer aber wieder zu dieser Richtung zurückkehrte, um auf die andere Seite derselben überzugehen; daß der ausströmende Lichtkegel daher, so wie der Körper des Cometen selbst, der ihn ausstößt und erzeugt, eine drehende oder vielmehr eine schwingende Bewegung in der Ebene der Bahn erlitt." Er findet, „daß die gewöhnliche Anziehungskraft der Sonne, die sie auf schwere Körper ausübt, zur Erklärung solcher

Schwingungen nicht hinreiche, und ist der Ansicht, daß dieselben eine Polarkraft offenbaren, welche Einen Halbmesser des Cometen der Sonne zuwendet, den entgegengesetzten von ihr abzuwenden strebt. Die magnetische Polarität, welche die Erde besitze, biete etwas analoges dar; und sollten sich die Gegensätze dieser tellurischen Polarität auf die Sonne beziehen, so könne sich ein Einfluß davon in der Vorrückung der Nachtgleichen zeigen." Es ist hier nicht der Ort die Gründe näher zu entwickeln, auf welche Erklärungen gestützt worden sind, die den Erscheinungen entsprechen; aber so denkwürdige Beobachtungen [16], so großartige Ansichten über die wunderbarste Classe aller Weltkörper, die zu unserm Sonnensystem gehören, durften in diesem Entwurf eines allgemeinen Naturgemäldes nicht übergangen werden.

Ohnerachtet der Regel nach die Cometenschweife in der Sonnennähe an Größe und Glanz zunehmen und von dem Centralkörper abgewendet liegen, so hat doch der Comet von 1823 das denkwürdige Beispiel von zwei Schweifen gegeben, deren einer der Sonne zu-, der andere von ihr abgewandt war, und die unter einander einen Winkel von 160° bildeten. Eigene Modificationen der Polarität und die ungleichzeitige Vertheilung und Leitung derselben können in diesem seltenen Falle zweierlei, ungehindert fortgesetzte Ausströmungen der nebligen Materie verursacht haben [17].

In der Naturphilosophie des Aristoteles wird durch solche Ausströmungen die Erscheinung der Cometen mit der Existenz der Milchstraße in eine sonderbare Verbindung gebracht. Die zahllose Menge von Sternen, welche die

Milchstraße bilden, geben eine sich selbst entzündende (leuchtende) Masse her. Der Nebelstreif, der das Himmelsgewölbe theilt, wird daher von dem Stagiriten wie ein großer Comet betrachtet, der sich unaufhörlich von neuem [18] erzeugt.

Bedeckungen der Fixsterne von dem sogenannten Kern eines Cometen oder seinen nächsten dunstförmigen Hüllen können Licht über die physische Beschaffenheit dieser wunderbaren Weltkörper verbreiten; aber es fehlt an Beobachtungen, welche die sichere Ueberzeugung [19] gewähren, daß die Bedeckung vollkommen central gewesen sei; denn, wie wir bereits oben bemerkt, in dem dem Kerne nahe liegenden Theile der Hülle wechseln concentrische Schalen von dichtem und sehr undichtem Dunste. Dagegen ist es keinem Zweifel unterworfen, daß am 29 September 1835, nach Bessel's sorgfältigsten Messungen, das Licht eines Sternes zehnter Größe, der in 7″,78 Entfernung von dem Mittelpunkt des Kopfes des Halley'schen Cometen durch einen sehr dichten Nebel durchging, während dieses Durchganges durch alle Theile des Nebels nicht von seiner geradlinigen Bewegung [20] abgelenkt wurde. Ein solcher Mangel von strahlenbrechender Kraft, wenn er wirklich dem Centrum des Kernes zukommt, macht es schwer, den Cometenstoff für eine gasförmige Flüssigkeit zu halten. Ist derselbe alleinige Folge der fast unendlichen Dünnigkeit einer Flüssigkeit? oder besteht der Comet „aus getrennten Theilchen", ein kosmisches Gewölk bildend, das den durchgehenden Lichtstrahl nicht mehr afficirt, als die Wolken unsrer Atmosphäre, welche ebenfalls nicht die Zenithdistanzen der Gestirne oder der Sonnenränder verändern? Bei dem Vorübergange der Cometen vor einem Sterne ist

oft eine mehr oder minder beträchtliche Schwächung ihres Lichts bemerkt worden. Man ſchreibt ſie mit vielem Rechte dem hellen Grunde zu, von dem während der Bedeckung die Sterne ſich abzuheben ſcheinen.

Die wichtigſte und entſcheidendſte Beobachtung, welche über die Natur des Cometenlichtes gemacht worden, verdanken wir Arago's Polariſations-Verſuchen. Sein Polariſcop belehrt uns über die phyſiſche Conſtitution der Sonne, wie über die der Cometen; das Inſtrument deutet an, ob ein Lichtſtrahl, der aus einer Entfernung von vielen Millionen Meilen zu uns gelangt, directes oder reflectirtes Licht iſt, ob im erſten Falle die Lichtquelle ein feſter und tropfbar flüſſiger oder ein gasförmiger Körper iſt. Es wurden auf der Pariſer Sternwarte in demſelben Apparat das Licht der Capella und das Licht des großen Cometen von 1819 unterſucht. Das letztere zeigte polariſirtes, alſo zurückgeworfenes Licht, während der Fixſtern ſich, wie zu vermuthen ſtand, als eine ſelbſtleuchtende Sonne[21] erwies. Das Daſein des polariſirten Cometenlichtes verkündigte ſich aber nicht bloß durch Ungleichheit der Bilder; es wurde bei der Wiedererſcheinung des Halley'ſchen Cometen im Jahr 1835 noch ſicherer durch den auffallenderen Contraſt der Complementarfarben, nach der von Arago im Jahr 1811 entdeckten chromatiſchen Polariſation, begründet. Ob außer dieſem reflectirten Sonnenlichte die Cometen nicht auch eigenes Licht haben, bleibt durch jene ſchönen Verſuche noch unentſchieden. Auch in eigentlichen Planeten, der Venus z. B., iſt eine ſelbſtſtändige Lichtentwicklung ſehr wahrſcheinlich.

Die veränderliche Lichtſtärke der Cometen iſt nicht immer aus der Stellung in ihrer Bahn und aus ihrer

Entfernung von der Sonne zu erklären. Sie deutet gewiß bei einzelnen Individuen auf innere Processe der Verdichtung und erhöhten oder geminderten Reflexionsfähigkeit des erborgten Lichtes. Bei dem Cometen von 1618, wie bei dem von dreijährigem Umlauf haben Hevelius und, nach langer Nichtbeachtung des merkwürdigen Phänomens, der talentvolle Astronom Valz in Nismes den Kern in der Sonnennähe verkleinert, in der Sonnenferne vergrößert gefunden. Die Regelmäßigkeit der Veränderung des Volums nach Maaßgabe des Abstandes von der Sonne ist überaus auffallend. Die physische Erklärung der Erscheinung darf wohl nicht in den bei größerer Sonnennähe condensirteren Schichten des Weltäthers gesucht werden, da es schwierig ist, sich die Dunsthülle des Cometenkerns blasenartig, dem Weltäther undurchdringlich vorzustellen[22].

Die so verschiedenartige Excentricität der elliptischen Cometenbahnen hat in neueren Zeiten (1819) zu einer glänzenden Bereicherung unserer Kenntniß des Sonnensystems geleitet. Encke hat die Existenz eines Cometen von so kurzer Umlaufszeit entdeckt, daß er ganz innerhalb unserer Planetenbahnen bleibt, ja seine größte Sonnenferne schon zwischen der Bahn der kleinen Planeten und der Jupitersbahn erreicht. Seine Excentricität ist demnach 0,845, wenn die der Juno (der größten Excentricität unter allen Planetenbahnen) 0,255 ist. Encke's Comet ist mehrmals, wenn gleich schwierig (in Europa 1819, in Neu-Holland nach Rümker 1822), dem bloßen Auge sichtbar geworden. Seine Umlaufszeit ist ungefähr von $3\frac{1}{3}$ Jahren, aber aus der sorgfältigen Vergleichung der Wiederkehr zum Perihel hat sich die merkwürdige Thatsache ergeben, daß die Umläufe

von 1786 bis 1838 sich auf die regelmäßigste Weise von Umlauf zu Umlauf verkürzt haben, nämlich in einem Zeitraum von 52 Jahren um $1^{8}/_{10}$ Tage. Eine so merkwürdige Erscheinung hat, um nach der sorgfältigsten Beachtung aller planetarischen Störungen Beobachtung und Rechnung in Einklang zu bringen, zu der sehr wahrscheinlichen Annahme einer in den Welträumen verbreiteten Widerstand leistenden dunstförmigen Materie geleitet. Die Tangentialkraft wird vermindert, und mit ihr die große Axe der Cometenbahn. Der Werth der Constante des Widerstandes scheint dazu etwas verschieden vor und nach dem Durchgang durch das Perihel, was vielleicht der in der Sonnennähe veränderten Form des kleinen Nebelsternes und der Einwirkung der ungleich dichten Schichten des Weltäthers zuzuschreiben ist [23]. Diese Thatsachen und ihre Ergründung gehören zu den interessantesten Ergebnissen der neueren Sternkunde. Wenn außerdem der Comet von Encke früher den Anstoß gegeben hat, die für alle Störungsrechnungen so wichtige Masse Jupiters einer schärferen Prüfung zu unterwerfen, so hat uns auch sein Lauf später die erste, wiewohl nur genäherte Bestimmung einer verminderten Merkursmasse verschafft.

Zu dem ersten Cometen von kurzer Umlaufszeit, Encke's Cometen von $3^{1}/_{3}$ Jahren, hat sich bald, 1826, ein zweiter, ebenfalls planetarischer, gesellt, dessen Sonnenferne jenseits Jupiters, doch weit diesseits der Saturnbahn liegt. Biela's Comet hat eine Umlaufszeit von $6^{3}/_{4}$ Jahren. Er ist noch lichtschwächer als der von Encke, und rechtläufig in seiner Bewegung, wie dieser, während der Halley'sche Comet der Richtung aller eigentlichen Planeten

entgegen kreiſet. Er hat das erſte ſichere Beiſpiel eines unſere Erdbahn ſchneidenden Cometen dargeboten. Die Bahn des Biela'ſchen Cometen iſt daher eine Bahn, die Gefahr bringen kann, wenn man jedes außerordentliche, in hiſtoriſchen Zeiten noch nicht erlebte und in ſeinen Folgen nicht mit Gewißheit zu beſtimmende Naturphänomen gefahrbringend nennen ſoll. Kleine Maſſen, mit ungeheurer Geſchwindigkeit begabt, können allerdings eine beträchtliche Kraft ausüben; aber wenn Laplace erweiſt, daß dem Cometen von 1770 eine Maſſe zuzuſchreiben iſt, die $\frac{1}{5000}$ der Maſſe der Erde noch nicht erreicht, ſo ſetzt er ſogar im allgemeinen die mittlere Maſſe der Cometen mit einer gewiſſen Wahrſcheinlichkeit tief unter $\frac{1}{100000}$ der Erdmaſſe (ungefähr $\frac{1}{1200}$ der Mondmaſſe) herab [24]. Man muß den Durchgang von Biela's Cometen durch unſere Erdbahn nicht mit ſeinem Zuſammentreffen mit der Erde oder ſeiner Nähe zu derſelben verwechſeln. Als am 29 October 1832 der Durchgang erfolgte, brauchte die Erde noch einen vollen Monat, um an den Durchſchnittspunkt beider Bahnen zu gelangen. Die zwei Cometen von kurzer Umlaufszeit ſchneiden ſich auch unter einander in ihren Bahnen; und man hat mit Recht bemerkt [25], daß bei den vielen Störungen, welche ſo kleine Weltkörper von den Planeten erleiden, ſie möglicherweiſe, wenn die Begegnung ſich um die Mitte des Octobers ereignen ſollte, dem Erdbewohner das wunderbare kosmiſche Schauſpiel des Kampfes, d. h. einer wechſelſeitigen Durchdringung, oder einer Agglutination, oder einer Zerſtörung durch erſchöpfende Ausſtrömung gewähren könnten. Solcher Ereigniſſe, Folgen der Ablenkung durch ſtörende Maſſen oder ſich primitiv kreuzender Bahnen,

mag es seit Millionen von Jahren in der Unermeßlichkeit ätherischer Räume viele gegeben haben, — isolirte Begebenheiten, so wenig allgemein wirkend oder weltumgestaltend, als es in den engen irdischen Kreisen der Ausbruch oder Einsturz eines Vulkanes sind.

Ein dritter innerer Comet von kurzer Umlaufszeit ist der im vorigen Jahre (22 November 1843) auf der Pariser Sternwarte von Faye entdeckte. Seine elliptische Bahn kommt der kreisförmigen weit näher als die irgend eines bisher bekannten Cometen. Sie ist eingeschlossen zwischen den Bahnen von Mars und Saturn. Faye's Comet, der nach Goldschmidt noch über die Jupitersbahn hinausgeht, gehört also zu den sehr wenigen, deren Sonnennähe jenseits des Mars gefunden worden ist. Seine Umlaufszeit ist von $7^{29}/_{100}$ Jahren, und die Form seiner jetzigen Bahn verdankt er vielleicht seiner großen Annäherung an den Jupiter zu Ende des Jahres 1839.

Wenn wir die Cometen in ihren geschlossenen elliptischen Bahnen als Glieder unsres Sonnensystems nach der Länge der großen Axe, nach dem Maaße ihrer Excentricität und der Dauer ihres Umlaufs betrachten, so stehen wahrscheinlich den drei planetarischen Cometen von Encke, Biela und Faye in der Umlaufszeit am nächsten: der von Messier entdeckte Comet von 1766, den Clausen für identisch mit dem dritten Cometen von 1819 hält; und der vierte desselben Jahres, der, durch Blanpain entdeckt, aber von Clausen für identisch mit dem Cometen von 1743 gehalten, wie der Lexell'sche, große Veränderungen seiner Bahn durch Nähe und Anziehung des Jupiter erlitten hat. Diese zwei letztgenannten Cometen scheinen ebenfalls eine

Umlaufszeit von nur 5 bis 6 Jahren zu haben, und ihre Sonnenfernen fallen in die Gegend der Jupitersbahn. Von 70- bis 76jährigem Umlaufe sind der für Theorie und physische Astronomie so wichtig gewordene Halley'sche Comet, dessen letzte Erscheinung (1835) weniger glänzend war, als man nach den früheren hätte vermuthen dürfen, der Comet von Olbers (6 März 1815) und der im Jahr 1812 von Pons entdeckte, dessen elliptische Bahn von Encke bestimmt ward. Beide letztere sind dem bloßen Auge unsichtbar geblieben. Von dem großen Halley'schen Cometen kennen wir nun schon mit Gewißheit die neunmalige Wiederkehr, da durch Laugier's Rechnungen[26] neuerlich erwiesen worden ist, daß in der von Eduard Biot gelieferten chinesischen Cometen-Tafel die Bahn des Cometen von 1378 mit der des Halley'schen identisch ist. Die Umlaufszeit des letzteren hat von 1378 bis 1835 geschwankt zwischen 74,91 und 77,58 Jahren: das Mittel war 76,1.

Mit den eben genannten Weltkörpern contrastirt eine Schaar anderer Cometen, welche mehrere tausend Jahre zu ihrem nur schwer und unsicher zu bestimmenden Umlauf brauchen. So bedarf der schöne Comet von 1811 nach Argelander 3065, der furchtbar große von 1680 nach Encke über 8800 Jahre. Diese Weltkörper entfernen sich also von der Sonne 21 und 44mal weiter als Uranus, d. i. 8400 und 17600 Millionen Meilen. In so ungeheurer Entfernung wirkt noch die Anziehungskraft der Sonne; aber freilich legt der Comet von 1680 in der Sonnennähe 53 Meilen (über zwölfmal hunderttausend Fuß), d. i. dreizehnmal mehr als die Erde, in der Sonnenferne kaum 10 Fuß in der Secunde zurück. Das ist

nur dreimal mehr als die Geschwindigkeit des Wassers in unsern trägsten europäischen Flüssen; es ist die halbe Geschwindigkeit, welche ich in einem Arm des Orinoco, dem Cassiquiare, gefunden habe. Unter der zahllosen Menge unberechneter oder nicht aufgefundener Cometen giebt es höchst wahrscheinlich viele, deren große Bahn-Axe die des Cometen von 1680 noch weit übertrifft. Um sich nun einigermaßen durch Zahlen einen Begriff zu machen, ich sage nicht von dem Attractionskreise, sondern von der räumlichen Entfernung eines Fixsternes, einer andern Sonne, von dem Aphelium des Cometen von 1680 (des Weltkörpers unsres Systems, der sich nach unserer jetzigen Kenntniß am weitesten entfernt), muß hier erinnert werden, daß nach den neuesten Parallaxen-Bestimmungen der uns nächste Fixstern noch volle 250mal weiter von unserer Sonne absteht, als der Comet in seiner Sonnenferne. Diese beträgt nur 44 Uranusweiten, wenn α des Centauren 11000, und mit noch größerer Sicherheit, nach Bessel, 61 des Schwans 31000 Uranusweiten abstehen.

Nach der Betrachtung der größten Entfernung der Cometen von dem Centralkörper bleibt uns übrig, die Beispiele der bisher gemessenen größten Nähe anzuführen. Den geringsten Abstand eines Cometen von der Erde hat der durch die Störungen, die er von Jupiter erlitten, so berühmt gewordene Lexell-Burkardt'sche Comet von 1770 erreicht. Er stand am 28 Junius nur um sechs Mondfernen von der Erde ab. Derselbe Comet ist zweimal, 1767 und 1779, durch das System der vier Jupitersmonde gegangen, ohne die geringste merkbare Veränderung in ihrer, so wohl ergründeten Bahn hervorzubringen. Acht

bis neunmal näher, als der Lexell'sche Comet der Erde kam, ist aber der große Comet von 1680 in seinem Perihelium der Oberfläche der Sonne gekommen. Er stand am 17 December nur um den sechsten Theil des Sonnendurchmessers ab, d. i. $^7/_{10}$ einer Monddistanz. Perihele, welche die Marsbahn überschreiten, sind wegen Lichtschwäche ferner Cometen für den Erdbewohner überaus selten zu beobachten, und von allen bisher berechneten Cometen ist der von 1729 der einzige, welcher in die Sonnennähe trat mitten zwischen der Pallas- und Jupitersbahn, ja bis jenseits der letzteren beobachtet werden konnte.

Seitdem wissenschaftliche Kenntnisse, einige gründliche neben vielen unklaren Halbkenntnissen in größere Kreise des geselligen Lebens eingedrungen sind, haben die Besorgnisse vor den wenigstens möglichen Uebeln, mit denen die Cometen-Welt uns bedroht, an Gewicht zugenommen. Die Richtung dieser Besorgnisse ist eine bestimmtere geworden. Die Gewißheit, daß es innerhalb der bekannten Planetenbahnen wiederkehrende, unsere Regionen in kurzen Zeitabschnitten heimsuchende Cometen giebt; die beträchtlichen Störungen, welche Jupiter und Saturn in den Bahnen hervorbringen, wodurch unschädlich scheinende in gefahrbringende Weltkörper verwandelt werden können; die unsere Erdbahn schneidende Bahn von Biela's Cometen; der kosmische Nebel, der als widerstrebendes, hemmendes Fluidum alle Bahnen zu verengen strebt; die individuelle Verschiedenheit der Cometenkörper, welche beträchtliche Abstufungen in der Quantität der Masse des Kernes vermuthen läßt; ersetzen durch Mannigfaltigkeit der Motive reichlich, was die früheren Jahrhunderte in der vagen Furcht vor brennenden Schwerd-

tern, vor einem durch Haarsterne zu erregenden allgemeinen Weltbrande zusammenfaßten.

Da die Beruhigungsgründe, welche der Wahrscheinlichkeits-Rechnung entnommen werden, allein auf die denkende Betrachtung, auf den Verstand, nicht auf die dumpfe Stimmung der Gemüther und auf die Einbildungskraft wirken, so hat man der neueren Wissenschaft nicht ganz mit Unrecht vorgeworfen, daß sie Besorgnisse zu zerstören bemüht ist, die sie selbst erregt hat. Es liegt tief in der trüben Natur des Menschen, in einer ernsterfüllten Ansicht der Dinge, daß das Unerwartete, Außerordentliche nur Furcht, nicht Freude oder Hoffnung [27] erregt. Die Wundergestalt eines großen Cometen, sein matter Nebelschimmer, sein plötzliches Auftreten am Himmelsgewölbe sind unter allen Erdzonen und dem Volkssinne fast immer als eine neue, grauenvolle, der alten Verkettung des Bestehenden feindliche Macht erschienen. Da das Phänomen nur an eine kurze Dauer gebunden ist, so entsteht der Glaube, es müsse sich in den Weltbegebenheiten, den gleichzeitigen oder den nächstfolgenden, abspiegeln. Die Verkettung dieser Weltbegebenheiten bietet dann leicht etwas dar, was man als das verkündete Unheil betrachten kann. Nur in unserer Zeit hat sich seltsamerweise eine andere und heitrere Richtung des Volkssinnes offenbart. Es ist in deutschen Gauen, in den anmuthigen Thälern des Rheins und der Mosel einem jener lange geschmähten Weltkörper etwas Heilbringendes, ein wohlthätiger Einfluß auf das Gedeihen des Weinstocks, zugeschrieben worden. Entgegengesetzte Erfahrungen, an denen es in unserer cometenreichen Zeit nicht mangelt, haben den Glauben an jene meteorologische Mythe, an

das Daſein wärmeſtrahlender Irrſterne nicht erſchüttern können.

Ich gehe von den Cometen zu einer andern, noch viel räthſelhafteren Claſſe geballter Materie, zu den kleinſten aller Aſteroiden über, die wir in ihrem fragmentariſchen Zuſtande, und in unſrer Atmoſphäre angelangt, mit dem Namen der Aërolithen oder Meteorſteine bezeichnen. Wenn ich bei dieſen, wie bei den Cometen, länger verweile, und Einzelheiten aufzähle, die einem allgemeinen Naturgemälde fremd bleiben ſollten, ſo iſt dies nur mit Abſicht geſchehen. Der ganz individuellen Charakterverſchiedenheit der Cometen iſt ſchon früher gedacht worden. Nach dem Wenigen, was wir bis jetzt von ihrer phyſiſchen Beſchaffenheit wiſſen, iſt es ſchwer, in einer Darſtellung, wie ſie hier gefordert wird, von wiederkehrenden, aber mit ſehr ungleicher Genauigkeit beobachteten Erſcheinungen das Gemeinſame aufzufaſſen, das Nothwendige von dem Zufälligen zu trennen. Nur die meſſende und rechnende Aſtronomie der Cometen hat bewundernswürdige Fortſchritte gemacht. Bei dieſem Zuſtande unſrer Kenntniſſe muß eine wiſſenſchaftliche Betrachtung ſich auf die phyſiognomiſche Verſchiedenheit der Geſtaltung in Kern und Schweif, auf die Beiſpiele großer Annäherung zu andern Weltkörpern, auf die Extreme in dem räumlichen Verhältniß der Bahnen und in der Dauer der Umlaufszeiten beſchränken. Naturwahrheit iſt bei dieſen Erſcheinungen wie bei den nächſtfolgenden nur durch Schilderung des Einzelnen und durch den lebendigen, anſchaulichen Ausdruck der Wirklichkeit zu erreichen.

Sternſchnuppen, Feuerkugeln und Meteorſteine ſind mit großer Wahrſcheinlichkeit als kleine mit

planetarischer Geschwindigkeit sich bewegende Massen zu betrachten, die im Weltraume nach den Gesetzen der allgemeinen Schwere in Kegelschnitten um die Sonne kreisen. Wenn diese Massen in ihrem Laufe der Erde begegnen und, von ihr angezogen, an den Grenzen unsrer Atmosphäre leuchtend werden, so lassen sie öfters mehr oder minder erhitzte, mit einer schwarzen glänzenden Rinde überzogene steinartige Fragmente herabfallen. Bei aufmerksamer Zergliederung von dem, was in den Epochen, wo Sternschnuppenschwärme periodisch fielen (in Cumana 1799, in Nordamerika 1833 und 1834), beobachtet wurde, bleibt es nicht erlaubt, die Feuerkugeln von den Sternschnuppen zu trennen. Beide Phänomene sind oft nicht bloß gleichzeitig und gemischt, sie gehen auch in einander über: man möge die Größe der Scheiben, oder das Funkensprühen, oder die Geschwindigkeiten der Bewegung mit einander vergleichen. Während die platzenden, Rauch ausstoßenden, selbst in der Tropenhelle des Tages[28] alles erleuchtenden Feuerkugeln bisweilen den scheinbaren Durchmesser des Mondes übertreffen, sind dagegen auch Sternschnuppen in zahlloser Menge von solcher Kleinheit gesehen worden, daß sie in der Form fortschreitender Punkte sich nur wie phosphorische Linien[29] sichtbar machten. Ob übrigens unter den vielen leuchtenden Körpern, die am Himmel als sternähnliche Funken fortschießen, nicht auch einige ganz verschiedenartiger Natur sind, bleibt bis jetzt unentschieden. Wenn ich gleich nach meiner Rückkunft aus der Aequinoctialzone von dem Eindruck befangen war, als sei mir unter den Tropen, in den heißesten Ebenen, wie auf Höhen von zwölf- oder fünfzehntausend Fuß der Fall

der Sternschnuppen häufiger, farbiger und mehr von langen glänzenden Lichtbahnen begleitet erschienen, wie in der gemäßigten und kalten Zone, so lag der Grund dieses Eindruckes wohl nur in der herrlichen Durchsichtigkeit der Tropen-Atmosphäre selbst [30]. Man sieht dort tiefer in den Dunstkreis hinein. Auch Sir Alexander Burnes rühmt in Bokhara, als Folge der Reinheit des Himmels, „das entzückende, immer wiederkehrende Schauspiel der vielen farbigen Sternschnuppen".

Der Zusammenhang der Meteorsteine mit dem größeren und glänzenderen Phänomen der Feuerkugeln, ja daß jene aus diesen niederfallen und bisweilen 10 bis 15 Fuß tief in die Erde eindringen, ist unter vielen anderen Beispielen durch die wohl beobachteten Aërolithenfälle zu Barbotan im Departement des Landes (24 Juli 1790), zu Siena (16 Juni 1794), zu Weston in Connecticut (14 December 1807) und zu Juvenas im Ardèche-Departement (15 Juni 1821) erwiesen worden. Andere Erscheinungen der Steinfälle sind die, wo die Massen aus einem sich bei heiterem Himmel plötzlich bildenden kleinen, sehr dunkeln Gewölke, unter einem Getöse, das einzelnen Kanonenschüssen gleicht, herabgeschleudert werden. Ganze Landesstrecken finden sich bisweilen durch ein solches fortziehendes Gewölk mit Tausenden von Fragmenten, sehr ungleicher Größe, aber gleicher Beschaffenheit, bedeckt. In seltneren Fällen, wie vor wenigen Monaten bei dem großen Aërolithen, der unter donnerartigem Krachen (16 Sept. 1843) zu Kleinwenden, unweit Mühlhausen, fiel, war der Himmel helle und es entstand kein Gewölk. Die nahe Verwandtschaft zwischen Feuerkugeln und Sternschnuppen zeigt sich auch dadurch,

daß die ersten, Meteorsteine zur Erde herabschleudernd, bisweilen (9 Juni 1822 zu Angers) kaum den Durchmesser der kleinen römischen Lichter in unseren Feuerwerken hatten.

Was die formbildende Kraft, was der physische und chemische Proceß in diesen Erscheinungen ist; ob die Theilchen, welche die dichte Masse des Meteorsteins bilden, ursprünglich, wie in dem Cometen, dunstförmig von einander entfernt liegen, und sich erst dann, wenn sie für uns zu leuchten beginnen, innerhalb der flammenden Feuerkugeln zusammenziehen; was in der schwarzen Wolke vorgeht, in der es minutenlang donnert, ehe die Steine herabstürzen; ob auch aus den kleinen Sternschnuppen wirklich etwas Compactes, oder nur ein höherauch-artiger, eisen- und nickelhaltiger Meteorstaub[31] niederfällt: das alles ist bis jetzt in großes Dunkel gehüllt. Wir kennen das räumlich Gemessene, die ungeheure, wundersame, ganz planetarische Geschwindigkeit der Sternschnuppen, der Feuerkugeln und der Meteorsteine; wir kennen das Allgemeine und in dieser Allgemeinheit Einförmige der Erscheinung, nicht den genetischen kosmischen Vorgang, die Folge der Umwandlungen. Kreisen die Meteorsteine schon geballt zu dichten[32] Massen (doch minder dicht als die mittlere Dichtigkeit der Erde), so müssen sie im Innersten der Feuerkugeln, aus deren Höhe und scheinbarem Durchmesser man bei den größeren auf einen wirklichen Durchmesser von 500 bis 2600 Fuß schließen kann, nur einen sehr geringen, von entzündlichen Dämpfen oder Gasarten umhüllten Kern bilden. Die größten Meteormassen, die wir bisher kennen, die brasilianische von Bahia und die von Otumpa im Chaco, welche Rubi de Celis beschrieben, haben 7 bis 7½ Fuß Länge. Der in dem ganzen

Alterthum so berühmte, schon in der Parischen Marmor-Chronik bezeichnete Meteorstein von Aegos Potamoi (gefallen fast in dem Geburtsjahre des Sokrates) wird sogar als von der Größe zweier Mühlsteine und dem Gewicht einer vollen Wagenlast beschrieben. Trotz der vergeblich angewandten Bemühungen des afrikanischen Reisenden Browne, habe ich nicht die Hoffnung aufgegeben, man werde einst diese, so schwer zerstörbare thracische Meteormasse in einer den Europäern jetzt sehr zugänglichen Gegend (nach 2312 Jahren) wieder auffinden. Der im Anfang des 10ten Jahrhunderts in den Fluß bei Narni gefallene ungeheure Aërolith ragte, wie ein von Pertz aufgefundenes Document bezeugt, eine volle Elle hoch über dem Wasser hervor. Auch ist zu bemerken, daß alle diese Massen alter und neuer Zeit doch eigentlich nur als Hauptfragmente von dem zu betrachten sind, was in der Feuerkugel oder in dem dunkeln Gewölk durch Explosion zertrümmert worden ist. Wenn man die mathematisch erwiesene ungeheure Geschwindigkeit erwägt, mit der die Meteorsteine von den äußersten Grenzen der Atmosphäre bis zur Erde gelangen, oder als Feuerkugeln auf längerem Wege durch die Atmosphäre und deren dichtere Schichten hinstreichen; so wird es mir mehr als unwahrscheinlich, daß erst in diesem kurzen Zeitraume die metallhaltige Steinmasse mit ihren eingesprengten vollkommen ausgebildeten Krystallen von Olivin, Labrador und Pyroxen sollte aus dem dunstförmigen Zustande zu einem festen Kerne zusammengeronnen sein.

Was herabfällt, hat übrigens, selbst dann, wenn die innere Zusammensetzung chemisch noch verschieden ist, fast immer den eigenthümlichen Charakter eines Fragments, oft

eine prismatoidische oder verschobene Pyramidalform, mit breiten, etwas gebogenen Flächen und abgerundeten Ecken. Woher aber diese, von Schreibers zuerst erkannte Form eines abgesonderten Stückes in einem rotirenden planetarischen Körper? Auch hier, wie in der Sphäre des organischen Lebens, ist alles dunkel, was der Entwickelungsgeschichte angehört. Die Meteormassen fangen an zu leuchten und sich zu entzünden in Höhen, die wir fast als luftleer betrachten müssen, oder die nicht $^1/_{100000}$ Sauerstoff enthalten. Biot's neue Untersuchungen über das wichtige Crepuscular-Phänomen[33] erniedrigen sogar beträchtlich die Linie, welche man, vielleicht etwas gewagt, die Grenze der Atmosphäre zu nennen pflegt; aber Lichtprocesse können ohne Gegenwart des umgebenden Sauerstoffs vorgehen, und Poisson dachte sich die Entzündung der Aërolithen weit jenseits unseres luftförmigen Dunstkreises. Nur das, was der Berechnung und einer geometrischen Messung zu unterwerfen ist, führt uns bei den Meteorsteinen, wie bei den größeren Weltkörpern des Sonnensystems, auf einen festen und sichreren Boden. Obgleich Halley schon die große Feuerkugel von 1686, deren Bewegung der Bewegung der Erde in ihrer Bahn entgegengesetzt war[34], für ein kosmisches Phänomen erklärte, so ist es doch erst Chladni gewesen, der in der größten Allgemeinheit (1794) den Zusammenhang zwischen den Feuerkugeln und den aus der Atmosphäre herabgefallenen Steinen, wie die Bewegung der ersteren im Weltraume[35], auf das scharfsinnigste erkannt hat. Eine glänzende Bestätigung der Ansicht des kosmischen Ursprungs solcher Erscheinungen hat Denison Olmsted zu Newhaven (Massachusetts) dadurch geliefert, daß er erwiesen,

wie bei dem so berühmt gewordenen Sternschnuppenschwarme in der Nacht vom 12 zum 13 November 1833, nach dem Zeugniß aller Beobachter, die Feuerkugeln und Sternschnuppen insgesammt von einer und derselben Stelle am Himmelsgewölbe, nahe bei γ Leonis, ausgingen, und von diesem Ausgangspunkte nicht abwichen, obgleich der Stern während der langen Dauer der Beobachtung seine scheinbare Höhe und sein Azimuth veränderte. Eine solche Unabhängigkeit von der Rotation der Erde bewies, daß die leuchtenden Körper von außen, aus dem Weltraume, in unsre Atmosphäre gelangten. Nach Encke's Berechnung[36] sämmtlicher Beobachtungen, die in den Vereinigten Staaten von Nordamerika zwischen den Breiten von 35^0 und 42^0 angestellt worden sind, kamen sie alle aus dem Punkte des Weltraums, auf welchen zu derselben Epoche die Bewegung der Erde gerichtet war. Auch in den wiederkehrenden Sternschnuppenschwärmen des November von 1834 und 1837 in Nordamerika, wie in dem analogen 1838 zu Bremen beobachteten, wurden der allgemeine Parallelismus der Bahnen und die Richtung der Meteore aus dem Sternbild des Löwen erkannt. Wie bei periodischen Sternschnuppen überhaupt eine mehr parallele Richtung als bei den gewöhnlichen sporadischen, so glaubt man auch in dem periodisch wiederkehrenden Auguſt-Phänomen (Strom des heil. Laurentius) bemerkt zu haben, daß die Meteore 1839 größtentheils von einem Punkte zwischen dem Perseus und dem Stier kamen; gegen das letztere Sternbild bewegte sich damals die Erde. Diese Eigenheit des Phänomens (der Richtung rückläufiger Bahnen im November und im Auguſt) verdient besonders

durch künftige recht genaue Beobachtungen bekräftigt oder widerlegt zu werden.

Die Höhe der Sternschnuppen, d. h. des Anfangs und Endes ihrer Sichtbarkeit, ist überaus verschieden, und schwankt zwischen 4 und 35 Meilen. Dies wichtige Resultat und die ungeheure Geschwindigkeit der problematischen Asteroiden sind zuerst von Benzenberg und Brandes durch gleichzeitige Beobachtungen und Parallaxen-Bestimmungen, an den Endpunkten einer Standlinie von 46000 Fuß Länge, gefunden worden [37]. Die relative Geschwindigkeit der Bewegung ist 4½ bis 9 Meilen in der Secunde, also der der Planeten gleich. Eine solche planetarische Geschwindigkeit [38], wie auch die oft bemerkte Richtung der Feuerkugel- und Sternschnuppen-Bahnen, der Bewegungs-Richtung der Erde entgegengesetzt, werden als Hauptmomente in der Widerlegung des Ursprungs der Aërolithen aus sogenannten, noch thätigen Mondvulkanen betrachtet. Die Annahme einer mehr oder minder großen vulkanischen Kraft auf einem kleinen, von keinem Luftkreise umgebenen Weltkörper ist aber, ihrer Natur nach, numerisch überaus willkührlich. Es kann die Reaction des Inneren eines Weltkörpers gegen seine Rinde zehn, ja hundertmal kräftiger gedacht werden, als bei unsern jetzigen Erdvulkanen. Auch die Richtung der Massen, welche von einem west-östlich umlaufenden Satelliten ausgeschleudert werden, kann dadurch rückläufig scheinen, daß die Erde in ihrer Bahn später an den Punkt derselben gelangt, den jene Massen berühren. Wenn man indeß den ganzen Umfang der Verhältnisse erwägt, die ich schon in diesem Naturgemälde habe aufzählen müssen, um dem Verdacht unbegründeter Behauptungen zu entgehen, so

findet man die Hypotheſe des ſelenitiſchen Urſprunges [39] der Meteorſteine von einer Mehrzahl von Bedingungen abhängig, deren zufälliges Zuſammentreffen allein das bloß Mögliche als ein Wirkliches geſtalten kann. Einfacher und anderen Vermuthungen über die Bildung des Sonnenſyſtems analoger ſcheint die Annahme eines urſprünglichen Daſeins kleiner planetariſcher Maſſen im Weltraume.

Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß ein großer Theil dieſer kosmiſchen Körper die Nähe unſeres Dunſtkreiſes unzerſtört durchſtreichen, um ihre durch Anziehung der Erdmaſſe nur in der Excentricität veränderte Bahn um die Sonne fortzuſetzen. Man kann glauben, daß dieſelben uns nach mehreren Umläufen und vielen Jahren erſt wieder ſichtbar werden. Die ſogenannten aufwärts ſteigenden Sternſchnuppen und Feuerkugeln, die Chladni nicht glücklich durch Reflexion ſtark zuſammengepreßter Luft zu erklären ſuchte, erſchienen auf den erſten Anblick die Folge einer räthſelhaften, die Körper von der Erde entfernenden Wurfgeſchwindigkeit; aber Beſſel hat theoretiſch erwieſen und durch Feldt's ſorgfältige Rechnungen beſtätigt gefunden, daß bei dem Mangel an vollkommener Gleichzeitigkeit des beobachteten Verſchwindens unter den veröffentlichten Beobachtungen keine vorkomme, welche der Annahme des Aufſteigens eine Wahrſcheinlichkeit gäbe, und erlaubte, ſie als ein Reſultat der Beobachtungen anzuſehen [40]. Ob, wie Olbers glaubt, das Zerſpringen von Sternſchnuppen und rauchend flammenden, nicht immer geradlinig bewegten Feuerkugeln die Meteore nach Raketenart in die Höhe treiben und ob es in gewiſſen Fällen auf die Richtung ihrer Bahn einwirken könne, muß der Gegenſtand neuer Beobachtungen werden.

Die Sternschnuppen fallen entweder vereinzelt und selten, also sporadisch, oder in Schwärmen zu vielen Tausenden; die letzteren Fälle (arabische Schriftsteller vergleichen sie mit Heuschrecken-Schaaren) sind periodisch und bewegen sich in Strömen von meist paralleler Richtung. Unter den periodischen Schwärmen sind bis jetzt die berühmtesten geworden das sogenannte Novèmber-Phänomen (12—14 Nov.) und das des Festes des heil. Laurentius (10 Aug.), dessen „feuriger Thränen" in England schon längst in einem Kirchen-Calender wie in alten Traditionen[41] als einer wiederkehrenden meteorologischen Begebenheit gedacht wird. Ohnerachtet bereits in der Nacht vom 12—13 Nov. 1823 nach Klöden in Potsdam, und 1832 in ganz Europa, von Portsmouth bis Orenburg am Uralflusse, ja selbst in der südlichen Hemisphäre in Ile de France, ein großes Gemisch von Sternschnuppen und Feuerkugeln der verschiedensten Größe gesehen worden war; so leitete doch eigentlich erst der ungeheure Sternschnuppenschwarm, den Olmsted und Palmer in Nordamerika am 12—13 Nov. 1833 beobachteten und in dem an Einem Orte, wie Schneeflocken zusammengedrängt, während neun Stunden wenigstens 240,000 fielen, auf die Periodicität der Erscheinung, auf die Idee, daß große Sternschnuppenschwärme an gewisse Tage geknüpft sind. Palmer in New-Haven erinnerte sich des Meteorfalls von 1799, den Ellicot und ich zuerst beschrieben haben[42], und von dem durch die Zusammenstellung des Beobachteten, die ich gegeben, erwiesen worden ist, daß er im Neuen Continent gleichzeitig vom Aequator bis zu Neu-Herrnhut in Grönland (Br. 64° 14′) zwischen 46° und 82° der Länge

gesehen wurde. Man erkannte mit Erstaunen die Identität der Zeitepoche. Der Strom, der am ganzen Himmelsgewölbe am 12—13 Nov. 1833 von Jamaica bis Boston (Br. 40° 21′) gesehen wurde, wiederholte sich 1834 in der Nacht vom 13—14 Nov. in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika, doch mit etwas geringerer Intensität. In Europa hat sich seine Periodicität seitdem mit großer Regelmäßigkeit bestätigt.

Ein zweiter, eben so regelmäßig eintretender Sternschnuppenschwarm, als das November-Phänomen, ist der des August-Monats, der Strom des heil. Laurentius (9—14 Aug.). Muschenbroek[43] hatte schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts auf die Häufigkeit der Meteore im August-Monat aufmerksam gemacht; aber ihre periodische sichere Wiederkehr um die Epoche des Laurentius-Festes haben erst Quetelet, Olbers und Benzenberg erwiesen. Man wird mit der Zeit gewiß noch andere periodisch wiederkehrende Ströme[44] entdecken, vielleicht um den 22—25 April, wie zwischen dem 6—12 December, und wegen der von Capocci aufgezählten wirklichen Aërolithenfälle am 27—29 November oder 17 Julius.

So unabhängig sich auch alle bisher beobachtete Erscheinungen von der Polhöhe, der Luft-Temperatur und andern klimatischen Verhältnissen gezeigt haben, so ist doch dabei eine, vielleicht nur zufällig begleitende Erscheinung nicht ganz zu übersehen. Das Nordlicht war von großer Intensität während der prachtvollsten aller dieser Naturbegebenheiten, während der, welche Olmsted (12—13 Nov. 1833) beschrieben hat. Es wurde auch in Bremen 1838 beobachtet, wo aber der periodische Meteorfall minder

auffallend als in Richmond bei London war. Ich habe auch in einer andern Schrift der sonderbaren und mir oft mündlich bestätigten Beobachtung des Admirals Wrangel [45] erwähnt, der an den sibirischen Küsten des Eismeeres, während des Nordlichtes, gewisse Regionen des Himmelsgewölbes, die nicht leuchteten, sich stets entzünden und dann fortglühen sah, wenn eine Sternschnuppe sie durchstrich.

Die verschiedenen Meteorströme, jeder aus Myriaden kleiner Weltkörper zusammengesetzt, schneiden wahrscheinlich unsere Erdbahn, wie es der Comet von Biela thut. Die Sternschnuppen-Asteroiden würde man sich nach dieser Ansicht als einen geschlossenen Ring bildend und in demselben einerlei Bahn befolgend vorstellen können. Die sogenannten kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter bieten uns, mit Ausschluß der Pallas, in ihren so engverschlungenen Bahnen ein analoges Verhältniß dar. Ob Veränderungen in den Epochen, zu welchen der Strom uns sichtbar wird, ob Verspätungen der Erscheinungen, auf die ich schon lange aufmerksam gemacht habe, ein regelmäßiges Fortrücken oder Schwanken der Knoten (der Durchschnittspunkte der Erdbahn und der Ringe) andeuten, oder ob bei ungleicher Gruppirung und bei sehr ungleichen Abständen der kleinen Körper von einander die Zone eine so beträchtliche Breite hat, daß die Erde sie erst in mehreren Tagen durchschneiden kann; darüber ist jetzt noch nicht zu entscheiden. Das Mondsystem des Saturn zeigt uns ebenfalls eine Gruppe innigst mit einander verbundener Weltkörper von ungeheurer Breite. In dieser Saturns-Gruppe ist die Bahn des äußersten (siebenten) Mondes von einem so beträchtlichen Durchmesser, daß die Erde in ihrer Bahn um die Sonne einen gleichen Raum

erſt in drei Tagen zurücklegen würde. Wenn in einem der geſchloſſenen Ringe, welche wir uns als die Bahnen der periodiſchen Ströme bezeichnend denken, die Aſteroiden dergeſtalt ungleich vertheilt ſind, daß es nur wenige dicht gedrängte und Schwarm-erregende Gruppen darin giebt, ſo begreift man, warum glänzende Phänomene wie die im November 1799 und 1833 überaus ſelten ſind. Der ſcharfſinnige Olbers war geneigt, die Wiederkehr der großen Erſcheinung, in der Sternſchnuppen mit Feuerkugeln gemengt wie Schneeflocken fielen, erſt für den 12—14 November 1867 zu verkündigen.

Bisweilen iſt der Strom der November-Aſteroiden nur in einem ſchmalen Erdraume ſichtbar geworden. So zeigte er ſich z. B. im Jahre 1837 in England in großer Pracht als meteoric shower, während daß ein ſehr aufmerkſamer und geübter Beobachter zu Braunsberg in Preußen in derſelben Nacht, die dort ununterbrochen heiter war, von 7 Uhr Abends bis Sonnenaufgang nur einige wenige ſporadiſch fallende Sternſchnuppen ſah. Beſſel ſchloß [46] daraus: „daß eine wenig ausgedehnte Gruppe des großen mit jenen Körpern gefüllten Ringes in England bis zur Erde gelangt iſt, während daß eine öſtlich gelegene Länderſtrecke durch eine verhältnißmäßig leere Gegend des Meteor-Ringes ging.“ Erhält die Annahme eines regelmäßigen Fortrückens oder eines durch Perturbationen verurſachten Schwankens der Knotenlinie mehr Wahrſcheinlichkeit, ſo gewinnt das Auffinden älterer Beobachtungen ein beſonderes Intereſſe. Die chineſiſchen Annalen, in denen neben der Erſcheinung von Cometen auch große Sternſchnuppenſchwärme angegeben werden, reichen bis

über die Zeiten des Tyrtäus oder des zweiten messenischen Krieges hinaus. Sie beschreiben zwei Ströme im März-Monat, deren einer 687 Jahre älter als unsre christliche Zeitrechnung ist. Eduard Biot hat schon bemerkt, daß unter den 52 Erscheinungen, welche er in den chinesischen Annalen gesammelt, die am häufigsten wiederkehrenden die wären, welche dem 20—22 Julius (a. St.) nahe liegen und daher wohl der, jetzt vorgerückte Strom des heil. Laurentius sein könnten [47]. Ist der von Boguslawski dem Sohne in Benessii de Horowic Chronicon Ecclesiae Pragensis aufgefundene Sternschnuppenfall vom 21 October 1366 (a. St.) unser jetziges November-Phänomen, aber damals bei hellem Tage gesehen, so lehrt die Fortrückung in 477 Jahren, daß dies Sternschnuppen-System (d. i. sein gemeinschaftlicher Schwerpunkt) eine rückläufige Bahn um die Sonne beschreibt. Es folgt auch aus den hier entwickelten Ansichten, daß, wenn Jahre vergehen, in denen beide bisher erforschte Ströme (der November- und der Laurentius-Strom) in keinem Theile der Erde beobachtet würden, die Ursache davon entweder in der Unterbrechung des Ringes (d. h. in den Lücken, welche die auf einander folgenden Asteroiden-Gruppen lassen) oder, wie Poisson will, in der Einwirkung der größeren Planeten [48] auf die Gestalt und Lage des Ringes liegt.

Die festen Massen, welche man bei Nacht aus Feuerkugeln, bei Tage, und meist bei heiterem Himmel, aus einem kleinen dunkeln Gewölk unter vielem Getöse und beträchtlich erhitzt (doch nicht rothglühend) zur Erde fallen sieht, zeigen, im Ganzen, ihrer äußeren Form, der Beschaffenheit ihrer Rinde und der chemischen Zusammensetzung

ihrer Hauptbestandtheile nach, eine unverkennbare Uebereinstimmung. Sie zeigen dieselbe durch alle Jahrhunderte und in den verschiedensten Regionen der Erde, in denen man sie gesammelt hat. Aber eine so auffallende und früh behauptete physiognomische Gleichheit der dichten Meteormassen leidet im Einzelnen mancherlei Ausnahmen. Wie verschieden sind die leicht schmiedbaren Eisenmassen von Hrabschina im Agramer Comitate, oder die von den Ufern des Sisim in dem Jeniseisker Gouvernement, welche durch Pallas berühmt geworden sind, oder die, welche ich aus Mexico[49] mitgebracht, Massen, die alle $^{96}/_{100}$ Eisen enthalten, von den Aërolithen von Siena, deren Eisengehalt kaum $^{2}/_{100}$ beträgt, von dem erdigen, in Wasser zerfallenden Meteorstein von Alais (im Dep. du Gard), und von Jonzac und Juvenas, die, ohne metallisches Eisen, ein Gemenge oryktognostisch unterscheidbarer, krystallinisch gesonderter Bestandtheile darbieten! Diese Verschiedenheiten haben auf die Eintheilung der kosmischen Massen in zwei Classen, nickelhaltiges Meteor-Eisen und fein- oder grobkörnige Meteorsteine, geführt. Sehr charakteristisch ist die, nur einige Zehntel Linie dicke, oft pechartig glänzende, bisweilen geäderte Rinde[50]. Sie hat bisher, so viel ich weiß, nur im Meteorstein von Chantonnay in der Vendée gefehlt, der dagegen, was eben so selten ist, Poren und Blasenräume wie der Meteorstein von Juvenas zeigt. Ueberall ist die schwarze Rinde von der hellgrauen Masse eben so scharf abgeschnitten, als der schwarze bleifarbene Ueberzug der weißen Granitblöcke[51], die ich aus den Cataracten des Orinoco mitgebracht und die auch vielen Cataracten anderer Erdtheile (z. B. dem Nil- und dem Congo-Flusse) eigen

sind. Im stärksten Feuer der Porzellan-Oefen kann man nichts hervorbringen, was der so rein von der unveränderten Grundmasse abgeschiedenen Rinde der Aërolithen ähnlich wäre. Man will zwar hier und da etwas bemerkt haben, was auf das Einkneten von Fragmenten könnte schließen lassen; aber im allgemeinen deuten die Beschaffenheit der Grundmasse, der Mangel von Abplattung durch den Fall, und die nicht sehr beträchtliche Erhitzung bei erster Berührung des eben gefallenen Meteorsteins keineswegs auf das Geschmolzensein des Inneren in dem schnell zurückgelegten Wege von der Grenze der Atmosphäre zur Erde hin.

Die chemischen Elemente, aus denen die Meteormassen bestehen und über welche Berzelius ein so großes Licht verbreitet hat, sind dieselben, welche wir zerstreut in der Erdrinde antreffen: 8 Metalle (Eisen, Nickel, Kobalt, Mangan, Chrom, Kupfer, Arsenik und Zinn), 5 Erdarten, Kali und Natron, Schwefel, Phosphor und Kohle; im Ganzen $\frac{1}{3}$ aller uns bisher bekannten sogenannten einfachen Stoffe. Trotz dieser Gleichheit der letzten Bestandtheile, in welche unorganische Körper chemisch zersetzt werden, hat das Ansehen der Meteormassen doch durch die Art der Zusammensetzung ihrer Bestandtheile im allgemeinen etwas fremdartiges, den irdischen Gebirgsarten und Felsmassen unähnliches. Das fast in allen eingesprengte gediegene Eisen giebt ihnen einen eigenthümlichen, aber deshalb nicht selenitischen Charakter: denn auch in anderen Welträumen und Weltkörpern, außerhalb des Mondes, kann Wasser ganz fehlen und können Oxydations-Processe selten sein.

Die kosmiſchen Schleimblaſen, die organiſchen Roſtoc-ähnlichen Maſſen, welche den Sternſchnuppen ſeit dem Mittelalter zugeſchrieben werden, die Schwefelkieſe von Sterlitamak (weſtlich vom Uralgebirge), die das Innere von Hagelkörnern ſollen gebildet haben [52], gehören zu den Mythen der Meteorologie. Nur das feinkörnige Gewebe, nur die Einmengung von Olivin, Augit und Labrador [53] geben einigen Aërolithen (z. B. den doleritähnlichen von Juvenas im Ardèche-Departement), wie Guſtav Roſe gezeigt hat, ein mehr heimiſches Anſehn. Dieſe enthalten nämlich kryſtalliniſche Subſtanzen, ganz denen unſrer Erdrinde gleich; und in der ſibiriſchen Meteor-Eiſenmaſſe von Pallas zeichnet ſich der Olivin nur durch Mangel von Nickel aus, der dort durch Zinn-Oxyd erſetzt iſt [54]. Da die Meteor-Olivine, wie die unſrer Baſalte, 47 bis 49 Hundertheile Talkerde enthalten und in den Meteorſteinen nach Berzelius meiſt die Hälfte der erdigen Beſtandtheile ausmachen, ſo muß man nicht über den großen Gehalt an Silicaten von Talkerde in dieſen kosmiſchen Maſſen erſtaunen. Wenn der Aërolith von Juvenas trennbare Kryſtalle von Augit und Labrador enthält, ſo wird es durch das numeriſche Verhältniß der Beſtandtheile auf's wenigſte wahrſcheinlich, daß die Meteormaſſen von Chateau Renard ein aus Hornblende und Albit beſtehender Diorit, die von Blanſko und Chantonnay ein Gemenge von Hornblende und Labrador ſind. Die Beweiſe, die man von den eben berührten oryktognoſtiſchen Aehnlichkeiten für einen telluriſchen und atmoſphäriſchen Urſprung der Aërolithen hernehmen will, ſcheinen mir nicht von großer Stärke. Warum ſollten, und ich könnte mich auf ein merkwürdiges Geſpräch von

Newton und Conduit in Kenſington berufen [55], die Stoffe, welche zu Einer Gruppe von Weltkörpern, zu Einem Planetenſyſteme gehören, nicht großentheils dieſelben ſein können? warum ſollten ſie es nicht, wenn man vermuthen darf, daß dieſe Planeten, wie alle größeren und kleineren geballten um die Sonne kreiſenden Maſſen, ſich aus der einigen, einſt weit ausgedehnteren Sonnen-Atmoſphäre, wie aus dunſtförmigen Ringen abgeſchieden haben, die anfänglich um den Centralkörper ihren Kreislauf beſchrieben? Wir ſind, glaube ich, nicht mehr berechtigt, Nickel und Eiſen, Olivin und Pyroxen (Augit) in den Meteorſteinen ausſchließlich irdiſch zu nennen, als ich mir erlauben würde, deutſche Pflanzen, die ich jenſeits des Oby fand, als europäiſche Arten der nordaſiatiſchen Flora zu bezeichnen. Sind in einer Gruppe von Weltkörpern verſchiedenartiger Größe die Elementarſtoffe dieſelben, warum ſollten ſie nicht auch, ihrer gegenſeitigen Anziehung folgend, ſich nach beſtimmten Miſchungsverhältniſſen geſtalten können: in der Polarzone des Mars zu weißglänzendem Schnee und Eis, in anderen, kleineren kosmiſchen Maſſen zu Gebirgsarten, welche Olivin-, Augit- und Labrador-Kryſtalle einſchließen? Auch in der Region des bloß Muthmaßlichen darf nicht eine ungeregelte, auf alle Induction verzichtende Willkühr der Meinungen herrſchen.

Wunderſame, nicht durch vulkaniſche Aſche oder Höherauch (Moorrauch) erklärbare Verfinſterungen der Sonnenſcheibe, während Sterne bei vollem Mittag zu ſehen waren (wie die dreitägige Verfinſterung im Jahre 1547 um die Zeit der verhängnißvollen Schlacht bei Mühlberg), wurden von Kepler bald einer materia cometica, bald einem ſchwarzen

Gewölk, das ruſſige Ausdünſtungen des Sonnenkörpers erzeugen, zugeſchrieben. Kürzere, drei- und ſechsſtündige Verdunkelungen in den Jahren 1090 und 1203 erklärten Chladni und Schnurrer durch vorbeiziehende Meteormaſſen. Seitdem die Sternſchnuppenſtröme, nach der Richtung ihrer Bahn, als ein geſchloſſener Ring betrachtet werden, ſind die Epochen jener räthſelhaften Himmelserſcheinungen in einen merkwürdigen Zuſammenhang mit den regelmäßig wiederkehrenden Sternſchnuppenſchwärmen geſetzt worden. Adolph Erman hat mit vielem Scharfſinn und genauer Zergliederung der bisher geſammelten Thatſachen auf das Zuſammentreffen der Conjunction der Sonne ſowohl mit den Auguſt-Aſteroiden (7 Februar), als mit den November-Aſteroiden (12 Mai, um die Zeit der im Volksglauben verrufenen kalten Tage Mamertus, Pancratius und Servatius) aufmerkſam gemacht [56].

Die griechiſchen Naturphiloſophen, der größeren Zahl nach wenig zum Beobachten geneigt, aber beharrlich und unerſchöpflich in der vielfältigſten Deutung des Halb-Wahrgenommenen, haben über Sternſchnuppen und Meteorſteine Anſichten hinterlaſſen, von denen einige mit den jetzt ziemlich allgemein angenommenen von dem kosmiſchen Vorgange der Erſcheinungen auffallend übereinſtimmen. „Stern„ſchnuppen", ſagt Plutarch [57] im Leben des Lyſander, „ſind „nach der Meinung einiger Phyſiker nicht Auswürfe und „Abflüſſe des ätheriſchen Feuers, welches in der Luft un„mittelbar nach der Entzündung erlöſche, noch auch eine „Entzündung und Entflammung der Luft, die in der oberen „Region ſich in Menge aufgelöſt habe; ſie ſind vielmehr „ein Fall himmliſcher Körper, dergeſtalt, daß ſie

„durch eine gewisse Nachlassung der Schwung-
„kraft und durch den Wurf einer unregelmäßigen Bewe-
„gung herabgeschleudert werden, nicht bloß nach der be-
„wohnten Erde, sondern auch außerhalb in das große
„Meer, weshalb man sie dann nicht findet.“ Noch deutlicher spricht sich Diogenes von Apollonia[58] aus. Nach seiner Ansicht „bewegten sich, zusammen mit den sichtbaren,
„unsichtbare Sterne, die eben deshalb keine Namen
„haben. Diese fallen oft auf die Erde herab und erlöschen,
„wie der bei Aegos Potamoi feurig herabgefallene stei-
„nerne Stern.“ Der Apolloniate, welcher auch alle übrigen Gestirne (die leuchtenden) für bimssteinartige Körper hält, gründete wahrscheinlich seine Meinung von Sternschnuppen und Meteormassen auf die Lehre des Anaxagoras von Klazomenä, der sich alle Gestirne (alle Körper im Weltraume) „als Felsstücke“ dachte, „die der feu-
„rige Aether in der Stärke seines Umschwunges von der
„Erde abgerissen und, entzündet, zu Sternen gemacht
„habe“. In der ionischen Schule fielen also, nach der Deutung des Diogenes von Apollonia, wie sie uns überliefert worden ist, Aërolithen und Gestirne in eine und dieselbe Classe. Beide sind der ersten Entstehung nach gleich tellurisch, aber nur in dem Sinne, als habe die Erde, als Centralkörper, einst[59] um sich her alles so gebildet, wie, nach unsern heutigen Ideen, die Planeten eines Systems aus der erweiterten Atmosphäre eines andern Centralkörpers, der Sonne, entstehen. Diese Ansichten sind also nicht mit dem zu verwechseln, was man gemeinhin tellurischen oder atmosphärischen Ursprung der Meteorsteine nennt, oder gar mit der wunderbaren Vermuthung

des Aristoteles, nach welcher die ungeheure Masse von Aegos Potamoi durch Sturmwinde gehoben worden sei.

Eine vornehm thuende Zweifelsucht, welche Thatsachen verwirft, ohne sie ergründen zu wollen, ist in einzelnen Fällen fast noch verderblicher als unkritische Leichtgläubigkeit. Beide hindern die Schärfe der Untersuchung. Obgleich seit drittehalbtausend Jahren die Annalen der Völker von Steinfällen erzählen, mehrere Beispiele derselben durch unverwerfliche Augenzeugen außer allem Zweifel gesetzt waren, die Bätylien einen wichtigen Theil des Meteor-Cultus der Alten ausmachten, und die Begleiter von Cortes in Cholula den Aërolithen sahen, der auf die nahe Pyramide gefallen war; obgleich Khalifen und mongolische Fürsten sich von frisch gefallenen Meteorsteinen hatten Schwerdter schmieden lassen, ja Menschen durch vom Himmel gefallene Steine erschlagen wurden (ein Frate zu Crema am 4 September 1511, ein anderer Mönch in Mailand 1650, zwei schwedische Matrosen auf einem Schiffe 1674); so ist doch bis auf Chladni, der schon durch die Entdeckung seiner Klangfiguren sich ein unsterbliches Verdienst um die Physik erworben hatte, ein so großes kosmisches Phänomen fast unbeachtet, in seinem innigen Zusammenhange mit dem übrigen Planetensysteme unerkannt geblieben. Wer aber durchdrungen ist von dem Glauben an diesen Zusammenhang, den kann, wenn er für geheimnißvolle Natureindrücke empfänglich ist, nicht etwa bloß die glänzende Erscheinung der Meteorschwärme, wie im November-Phänomen und in der Nacht des heil. Laurentius, sondern auch jeder einsame Sternenschuß mit ernsten Betrachtungen erfüllen. Hier tritt plötzlich Bewegung auf mitten in dem Schauplatz

nächtlicher Ruhe. Es belebt und es regt sich auf Augenblicke in dem stillen Glanze des Firmaments. Wo mit mildem Lichte die Spur des fallenden Sternes aufglimmt, versinnlicht sie am Himmelsgewölbe das Bild einer meilenlangen Bahn; die brennenden Asteroiden erinnern uns an das Dasein eines überall stofferfüllten Weltraums. Vergleichen wir das Volum des innersten Saturnstrabanten oder das der Ceres mit dem ungeheuren Volum der Sonne, so verschwinden in unserer Einbildungskraft die Verhältnisse von groß und klein. Schon das Verlöschen plötzlich auflodernder Gestirne in der Cassiopea, im Schwan und im Schlangenträger führt zu der Annahme dunkler Weltkörper. In kleine Massen geballt, kreisen die Sternschnuppen-Asteroiden um die Sonne, durchschneiden cometenartig die Bahnen der leuchtenden großen Planeten und entzünden sich, der Oberfläche unseres Dunstkreises nahe oder in den obersten Schichten desselben.

Mit allen andern Weltkörpern, mit der ganzen Natur jenseits unserer Atmosphäre stehen wir nur im Verkehr mittelst des Lichtes, mittelst der Wärmestrahlen, die kaum vom Lichte zu trennen sind[60], und durch die geheimnißvollen Anziehungskräfte, welche ferne Massen nach der Quantität ihrer Körpertheile auf unsern Erdball, auf den Ocean und die Luftschichten ausüben. Eine ganz andere Art des kosmischen, recht eigentlich materiellen Verkehrs erkennen wir im Fall der Sternschnuppen und Meteorsteine, wenn wir sie für planetarische Asteroiden halten. Es sind nicht mehr Körper, die aus der Ferne bloß durch Erregung von Schwingungen leuchtend oder wärmend einwirken, oder durch Anziehung bewegen und bewegt werden;

es sind materielle Theile selbst, welche aus dem Weltraume in unsere Atmosphäre gelangen und unserm Erdkörper verbleiben. Wir erhalten durch einen Meteorstein die einzig mögliche Berührung von etwas, das unserm Planeten fremd ist. Gewöhnt, alles Nicht-Tellurische nur durch Messung, durch Rechnung, durch Vernunftschlüsse zu kennen, sind wir erstaunt zu betasten, zu wiegen, zu zersetzen, was der Außenwelt angehört. So wirkt auf unsere Einbildungskraft eine reflectirende, geistige Belebung der Gefühle, da wo der gemeine Sinn nur verlöschende Funken am heitern Himmelsgewölbe, wo er im schwarzen Steine, der aus der krachenden Wolke herabstürzt, nur das rohe Product einer wilden Naturkraft sieht.

Wenn die Asteroiden-Schwärme, bei denen wir mit Vorliebe lange verweilt haben, durch ihre geringe Masse und die Mannigfaltigkeit ihrer Bahnen sich gewissermaßen den Cometen anschließen, so unterscheiden sie sich dagegen wesentlich dadurch, daß wir ihre Existenz fast nur in dem Augenblick ihrer Zerstörung kennen lernen, wenn sie, von der Erde gefesselt, leuchtend werden und sich entzünden. Um aber das Ganze von dem zu umfassen, was zu unserm, seit der Entdeckung der kleinen Planeten, der inneren Cometen von kurzem Umlaufe und der Meteor-Asteroiden so complicirt und formenreich erscheinenden Sonnensysteme gehört, bleibt uns der Ring des Thierkreislichtes übrig, dessen wir schon früher mehrmals erwähnt haben. Wer Jahre lang in der Palmen-Zone gelebt hat, dem bleibt eine liebliche Erinnerung von dem milden Glanze, mit dem das Thierkreislicht, pyramidal aufsteigend, einen Theil der immer gleich langen Tropennächte erleuchtet. Ich habe es, und

zwar nicht bloß in der dünnen und trockenen Atmosphäre der Andes-Gipfel auf zwölf- oder vierzehntausend Fuß Höhe, sondern auch in den grenzenlosen Grasfluren (Llanos) von Venezuela, wie am Meeresufer, unter dem ewig heiteren Himmel von Cumana, bisweilen intensiv leuchtender als die Milchstraße im Schützen gesehn. Von einer ganz besondern Schönheit war die Erscheinung, wenn kleines duftiges Gewölk sich auf dem Zodiacallichte projicirte und sich malerisch abhob von dem erleuchteten Hintergrunde. Eine Stelle meines Tagebuches auf der Schifffahrt von Lima nach der westlichen Küste von Mexico gedenkt dieses Luftbildes. „Seit 3 oder 4 Nächten (zwischen 10° und 14° nördlicher Breite) sehe ich das Zodiacallicht in einer Pracht, wie es mir nie noch erschienen ist. In diesem Theile der Südsee ist, auch nach dem Glanze der Gestirne und Nebelflecke zu urtheilen, die Durchsichtigkeit der Atmosphäre wundervoll groß. Vom 14 bis 19 März war sehr regelmäßig ¾ Stunden, nachdem die Sonnenscheibe sich in das Meer getaucht hatte, keine Spur vom Thierkreislichte zu sehen, obgleich es völlig finster war. Eine Stunde nach Sonnenuntergang wurde es auf einmal sichtbar, in großer Pracht zwischen Aldebaran und den Plejaden am 18 März 39° 5′ Höhe erreichend. Schmale langgedehnte Wolken erscheinen zerstreuet in lieblichem Blau, tief am Horizont, wie vor einem gelben Teppich. Die oberen spielen von Zeit zu Zeit in bunten Farben. Man glaubt, es sei ein zweiter Untergang der Sonne. Gegen diese Seite des Himmelsgewölbes hin scheint uns dann die Helligkeit der Nacht zuzunehmen, fast wie im ersten Viertel des Mondes. Gegen 10 Uhr war das Zodiacallicht hier in

der Südsee gewöhnlich schon sehr schwach, um Mitternacht sah ich nur eine Spur desselben. Wenn es den 16 März am stärksten leuchtete, so ward gegen Osten ein Gegenschein von mildem Lichte sichtbar.“ In unserer trüben, sogenannten gemäßigten, nördlichen Zone ist das Thierkreislicht freilich nur im Anfang des Frühlings nach der Abend-Dämmerung über dem westlichen, am Ende des Herbstes vor der Morgen-Dämmerung über dem östlichen Horizonte deutlich sichtbar.

Es ist schwer zu begreifen, wie eine so auffallende Naturerscheinung erst um die Mitte des 17ten Jahrhunderts die Aufmerksamkeit der Physiker und Astronomen auf sich gezogen hat, wie dieselbe den vielbeobachtenden Arabern im alten Bactrien, am Euphrat und im südlichen Spanien hat entgehen können. Fast gleiche Verwunderung erregt die späte Beobachtung der erst von Simon Marius und Huygens beschriebenen Nebelflecke in der Andromeda und im Orion. Die erste ganz deutliche Beschreibung des Zodiacallichts ist in Childrey's Britannia Baconica [61] vom Jahr 1661 enthalten; die erste Beobachtung mag zwei oder drei Jahre früher gemacht worden sein; doch bleibt dem Dominicus Cassini das unbestreitbare Verdienst, zuerst (im Frühjahr 1683) das Phänomen in allen seinen räumlichen Verhältnissen ergründet zu haben. Was er 1668 in Bologna, und zu derselben Zeit der berühmte Reisende Chardin in Persien sahen (die Hofastrologen zu Ispahan nannten das von ihnen nie zuvor gesehene Licht nyzek, eine kleine Lanze), war nicht, wie man oft behauptet hat [62], das Thierkreislicht, sondern der ungeheure Schweif eines Cometen, dessen Kopf sich in den Dünsten

des Horizonts verbarg, und der selbst der Lage und Erscheinung nach viel ähnliches mit dem großen Cometen von 1843 hatte. Mit nicht geringer Wahrscheinlichkeit kann man vermuthen, daß das merkwürdige von der Erde pyramidal aufsteigende Licht, welches man auf der Hochebene von Mexico 1509, vierzig Nächte lang, am östlichen Himmel beobachtete und dessen Erwähnung ich in einem alt-aztekischen Manuscripte der königl. Pariser Bibliothek, im Codex Telleriano-Remensis[63], aufgefunden, das Thierkreislicht war.

Die in Europa von Childrey und Dominicus Cassini entdeckte und doch wohl uralte Erscheinung ist nicht die leuchtende Sonnen-Atmosphäre selbst, da diese nach mechanischen Gesetzen nicht abgeplatteter als im Verhältniß von 2 : 3, und demnach nicht ausgedehnter als bis $^{9}/_{20}$ der Merkursweite sein könnte. Eben diese Gesetze bestimmen, daß bei einem rotirenden Weltkörper, über seinem Aequator, die Höhe der äußersten Grenze der Atmosphäre, der Punkt nämlich, wo Schwere und Schwungkraft im Gleichgewicht sind, nur die ist, in welcher ein Satellit gleichzeitig mit der Achsendrehung des Weltkörpers um diesen laufen würde[64]. Eine solche Beschränktheit der Sonnen-Atmosphäre in ihrem jetzigen concentrirten Zustande wird besonders auffallend, wenn man den Centralkörper unsers Systems mit dem Kern anderer Nebelsterne vergleicht. Herschel hat mehrere aufgefunden, in denen der Halbmesser des Nebels, welcher den Stern umgiebt, unter einem Winkel von 150″ erscheint. Bei der Annahme einer Parallare, die nicht ganz 1″ erreicht, findet man die äußerste Nebelschicht eines solchen Sternes 150mal weiter von seinem Centrum

entfernt, als es die Erde von der Sonne ist. Stände der Nebelstern also an der Stelle unserer Sonne, so würde seine Atmosphäre nicht bloß die Uranusbahn einschließen, sondern sich noch achtmal weiter als diese erstrecken [65].

Unter der eben geschilderten engen Begrenzung der Sonnen-Atmosphäre, ist mit vieler Wahrscheinlichkeit als materielle Ursach des Zodiacallichtes die Existenz eines zwischen der Venus- und Marsbahn frei im Weltraume kreisenden, sehr abgeplatteten Ringes [66] dunstartiger Materie zu betrachten. Von seinen eigentlichen körperlichen Dimensionen, von seiner Vergrößerung [67] durch Ausströmung der Schweife vieler Myriaden von Cometen, die in die Sonnennähe kommen, von der sonderbaren Veränderlichkeit seiner Ausdehnung, da er bisweilen sich nicht über unsere Erdbahn hinaus zu erstrecken scheint, endlich von seinem muthmaßlichen inneren Zusammenhange mit dem in der Nähe der Sonne mehr condensirten Weltdunste ist wohl für jetzt nichts sicheres zu berichten. Die dunstförmigen Theilchen, aus welchen der Ring besteht und die nach planetarischen Gesetzen um die Sonne circuliren, können entweder selbstleuchtend oder von der Sonne erleuchtet sein. Selbst ein irdischer Nebel (und diese Thatsache ist sehr merkwürdig) hat sich 1743, zur Zeit des Neumondes, mitten in der Nacht so phosphorisch erwiesen, daß man Gegenstände in 600 Fuß Entfernung [68] deutlich erkennen konnte.

In dem Tropenklima von Süd-Amerika hat mich bisweilen die veränderliche Lichtstärke des Zodiacalscheins in Erstaunen gesetzt. Da ich mehrere Monate lang, an den Flußufern und in den Grasebenen (Llanos), die heiterer Nächte in freier Luft zubrachte, so hatte ich Gelegenheit,

die Erscheinung mit Sorgfalt zu beobachten. Wenn das Zodiacallicht eben am stärksten gewesen war, so wurde es bisweilen wenige Minuten nachher merklich geschwächt, bis es plötzlich in seinem vollen Glanze wieder auftrat. In einzelnen Fällen glaubte ich, — nicht etwa eine röthliche Färbung, oder eine untere bogenförmige Verdunklung, oder gar ein Funkensprühen, wie es Mairan angiebt, — wohl aber eine Art von Zucken und Flimmern zu bemerken. Gehen dann Processe in dem Dunstringe selbst vor? oder ist es nicht wahrscheinlicher, daß, während ich an den meteorologischen Instrumenten, nahe am Boden in der unteren Luftregion, keine Veränderung der Wärme oder Feuchtigkeit wahrnahm, ja während mir kleine Sterne 5ter und 6ter Größe in gleicher ungeschwächter Lichtstärke zu leuchten schienen, in den obersten Luftschichten Verdichtungen vorgingen, welche die Durchsichtigkeit oder vielmehr die Lichtreflexion auf eine eigenthümliche, uns unbekannte Weise modificirten? Für die Annahme solcher meteorologischen Ursachen an der Grenze unsres Luftkreises sprechen auch die von dem scharfsichtigen Olbers [69] beobachteten „Aufloderungen und Pulsationen, welche einen ganzen Cometenschweif in wenigen Secunden durchzittern, und bei denen derselbe sich bald um mehrere Grade verlängert, bald darauf wieder verkürzt. Da die einzelnen Theile des, Millionen von Meilen langen Schweifes sehr ungleich von der Erde entfernt sind, so können nach den Gesetzen der Geschwindigkeit und Fortpflanzung des Lichts wirkliche Veränderungen in einem, ungeheure Räume ausfüllenden Weltkörper nicht von uns in so kurzen Intervallen gesehen werden." Diese Betrachtungen schließen keineswegs die Realität veränderter Ausströmung um die verdichteten

Kernhüllen eines Cometen aus, nicht die Realität plötzlich eintretender Aufheiterungen des Zodiacallichts durch innere Moleculärbewegung, durch vermehrte oder verminderte Lichtreflexion in dem Weltdunste des Lichtringes; sie sollen nur aufmerksam machen auf den Unterschied von dem, was der Himmelsluft (dem Weltraume selbst) oder den irdischen Luftschichten zugehört, durch die wir sehen. Was an der ohnedies mannigfaltig bestrittenen oberen Grenze unserer Atmosphäre vorgeht, ist, wie wohl beobachtete Thatsachen zeigen, keineswegs vollständig zu erklären. Die wundersame Erhellung ganzer Nächte, in denen man in den Breiten von Italien und dem nördlichen Deutschlande im Jahr 1831 kleine Schrift um Mitternacht lesen konnte, steht in klarem Widerspruch mit allem, was wir nach den neuesten und schärfsten Untersuchungen über die Crepuscular-Theorie und über die Höhe der Atmosphäre wissen [70]. Von noch unergründeten Bedingungen hangen Lichtphänomene ab, deren Veränderlichkeit in der Dämmerungsgrenze, wie in dem Zodiacallichte uns in Verwunderung setzt.

Wir haben bis hierher betrachtet, was zu unserer Sonne gehört, die Welt der Gestaltungen, welche von ihr regiert wird, Haupt- und Nebenplaneten, Cometen von kurzer und langer Umlaufszeit, meteorförmige Asteroiden, die sporadisch oder in geschlossenen Ringen, wie in Ströme zusammengedrängt sich bewegen; endlich einen leuchtenden Nebelring, welcher der Erdbahn nahe um die Sonne kreist, und dem, seiner Lage wegen, der Name des Zodiacallichtes verbleiben kann. Ueberall herrscht das Gesetz der Wiederkehr in den Bewegungen, so verschieden auch das Maaß der Wurfgeschwindigkeit oder die

Menge der zuſammengeballten materiellen Theile iſt; nur die Aſteroiden, die aus dem Weltraume in unſern Dunſtkreis fallen, werden in der Fortſetzung ihres planetariſchen Umſchwunges gehemmt und einem größeren Planeten angeeignet. In dem Sonnenſyſtem, deſſen Grenzen die anziehende Kraft des Centralkörpers beſtimmt, werden Cometen bis zu einer Ferne von 44 Uranusweiten in ihrer elliptiſchen Laufbahn zur Wiederkehr umgelenkt; ja in dieſen Cometen ſelbſt, deren Kern uns, bei der geringen Maſſe, welche ſie enthalten, wie ein hinziehendes kosmiſches Gewölk erſcheint, feſſelt dieſer Kern, durch ſeine Anziehung, noch die äußerſten Theile des Schweifes in einer viele Millionen Meilen langen Ausſtrömung. So ſind die Centralkräfte die bildenden, geſtaltenden, aber auch die erhaltenden Kräfte eines Syſtems.

Unſere Sonne kann in Beziehung auf alle wiederkehrenden zu ihr gehörigen, großen und kleinen, dichten und faſt nebelartigen Weltkörper als ruhend betrachtet werden, doch um den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt des ganzen Syſtemes kreiſend, welcher bisweilen in ſie ſelbſt fällt, d. h. trotz der veränderlichen Stellung der Planeten bisweilen in ihrem körperlichen Umfange beharret. Ganz verſchieden von dieſer Erſcheinung iſt die translatoriſche Bewegung der Sonne, die fortſchreitende Bewegung des Schwerpunkts des ganzen Sonnenſyſtems im Weltraume. Sie geſchieht mit einer ſolchen Schnelligkeit [71], daß, nach Beſſel, die relative Bewegung der Sonne und des 61ſten Sterns im Schwan nicht minder, in einem Tage, als 834000 geographiſche Meilen beträgt. Dieſer Ortsveränderung des ganzen Sonnenſyſtems würden wir unbewußt bleiben, wenn nicht durch

die bewundernswürdige Genauigkeit der jetzigen aſtronomiſchen Meßinſtrumente und durch die Fortſchritte der beobachtenden Aſtronomie unſer Fortrücken an fernen Sternen, wie an Gegenſtänden eines ſcheinbar bewegten Ufers, merklich würde. Die eigene Bewegung des 61ſten Sterns im Sternbild des Schwans z. B. iſt ſo beträchtlich, daß ſie in 700 Jahren ſchon bis zu einem ganzen Grade wird angewachſen ſein.

Das Maaß oder die Quantität ſolcher Veränderungen am Fixſternhimmel (Veränderungen in der relativen Lage ſelbſtleuchtender Geſtirne gegen einander) iſt mit mehr Sicherheit zu beſtimmen, als die Erſcheinung ſelbſt genetiſch zu deuten. Wenn auch ſchon abgezogen worden, was dem Vorrücken der Nachtgleichen und der Nutation der Erdachſe, als Folge der Einwirkung der Sonne und des Mondes auf die ſphäroidiſche Geſtalt der Erde, was der Fortpflanzung, d. i. Abirrung des Lichtes, und der durch die diametral entgegengeſetzte Stellung der Erde in ihrem Umlauf um die Sonne erzeugten Parallaxe zugehört; ſo iſt in der übrig bleibenden jährlichen Bewegung der Fixſterne doch immer noch zugleich enthalten, was die Folge der Translation des ganzen Sonnenſyſtems im Weltraume und die Folge der eigenen wirklichen Bewegung der Sterne iſt. Die ſchwierige numeriſche Sondrung dieſer beiden Elemente der eigenen und der ſcheinbaren Bewegung hat man durch die ſorgfältige Angabe der Richtungen in der Bewegung der einzelnen Sterne und durch die Betrachtung möglich gemacht, daß, wenn alle Sterne in abſoluter Ruhe wären, ſie ſich perſpectiviſch von dem Punkte entfernen würden, gegen den die Sonne ihren Lauf richtet. Das Endreſultat der Unterſuchung, welches die Wahrſcheinlichkeits-Rechnung beſtätigt,

iſt geweſen, daß beide, unſer Sonnenſyſtem und die Sterne, ihren Ort im Weltraum verändern. Nach der vortrefflichen Unterſuchung von Argelander, der (in Abo) die von Wilhelm Herſchel und Prevoſt unternommene Arbeit erweitert [72] und anſehnlich vervollkommnet hat, bewegt ſich die Sonne gegen das Sternbild des Hercules, und zwar ſehr wahrſcheinlich nach einem Punkte hin, der aus der Combination von 537 Sternen (für das Aequin. von 1792,5) in 257° 49′,7 A. R.; + 28° 49′,7 Decl. liegt. Es bleibt in dieſer Claſſe der Unterſuchungen von großer Schwierigkeit, die abſolute Bewegung von der relativen zu trennen, und zu beſtimmen, was dem Sonnenſyſtem allein zugehört.

Betrachtet man die nicht perſpectiviſchen eigenen Bewegungen der Sterne, ſo ſcheinen viele gruppenweiſe in ihrer Richtung entgegengeſetzt; und die bisher geſammelten Thatſachen machen es auf's wenigſte nicht nothwendig, anzunehmen, daß alle Theile unſrer Sternenſchicht oder gar der geſammten Sterneninſeln, welche den Weltraum füllen, ſich um einen großen, unbekannten, leuchtenden oder dunkeln Centralkörper bewegen. Das Streben nach den letzten und höchſten Grundurſachen macht freilich die reflectirende Thätigkeit des Menſchen, wie ſeine Phantaſie, zu einer ſolchen Annahme geneigt. Schon der Stagirite hatte ausgeſprochen, daß „alles, was bewegt wird, auf ein Bewegendes zurückführe, und es nur ein unendliches Verſchieben der Urſachen wäre, wenn es nicht ein erſtes unbeweglich Bewegendes [73] gäbe.“

Die gruppenweiſe ſo mannigfaltigen Ortsveränderungen der Geſtirne, nicht die parallactiſchen, der Ortsveränderung des Beobachters unterworfenen, ſondern die wirklichen,

im Weltraum unausgesetzt fortschreitenden, offenbaren uns auf das unwidersprechlichste, durch eine Classe von Erscheinungen, durch die Bewegung der Doppelsterne, durch das Maaß ihrer langsameren oder schnelleren Bewegung in verschiedenen Theilen ihrer elliptischen Bahnen, das Walten der Gravitations-Gesetze auch jenseits unsers Sonnensystems, in den fernsten Regionen der Schöpfung. Die menschliche Neugier braucht nicht mehr auf diesem Felde in unbestimmten Vermuthungen, in der ungemessenen Ideenwelt der Analogien Befriedigung zu suchen. Sie ist durch die Fortschritte der beobachtenden und rechnenden Astronomie endlich auch hier auf sicheren Boden gelangt. Es ist nicht sowohl die Erstaunen erregende Zahl der bereits aufgefundenen, um einen außer ihnen liegenden Schwerpunkt kreisenden, doppelten und vielfachen Sterne (an 2800 bis zum Jahr 1837); es sind die Erweiterung unsers Wissens von den Grundkräften der ganzen Körperwelt, die Beweise von der allverbreiteten Herrschaft der Massenanziehung, welche zu den glänzendsten Entdeckungen unsrer Epoche gehören. Die Umlaufszeit zweifarbiger Doppelsterne bietet die mannigfaltigsten Unterschiede dar; sie erstrecken sich von 43 Jahren, wie in η der Krone, bis zu mehreren Tausenden, wie bei 66 des Wallfisches, 38 der Zwillinge und 100 der Fische. Seit Herschel's Messungen im Jahr 1782 hat in dem dreifachen Systeme von ζ des Krebses der nähere Begleiter nun schon mehr als einen vollen Umlauf zurückgelegt. Durch geschickte Combination der veränderten Distanzen und Positionswinkel[74] werden die Elemente der Bahnen gefunden, ja Schlüsse über die absolute Entfernung der Doppelsterne von der Erde und die

Vergleichung ihrer Masse mit der Masse der Sonne gezogen. Ob aber hier und in unserm Sonnensystem die Quantität der Materie das alleinige Maaß der anziehenden Kräfte sei, oder ob nicht zugleich *specifische*, nicht der Masse proportionale Attractionen wirksam sein *können*, wie Bessel zuerst erwiesen hat, ist eine Frage, deren factische Lösung der späteren Zukunft vorbehalten bleibt [75].

Wenn wir in der linsenförmigen Sternenschicht, zu der wir gehören, unsre Sonne mit den andern sogenannten Fixsternen, also mit anderen selbstleuchtenden Sonnen, vergleichen, so finden wir wenigstens bei einigen derselben Wege eröffnet, welche annäherungsweise, innerhalb gewisser äußersten Grenzen, zu der Kenntniß ihrer Entfernung, ihres Volums, ihrer Masse, und der Geschwindigkeit der Ortsveränderung leiten können. Nehmen wir die Entfernung des Uranus von der Sonne zu 19 Erdweiten, d. h. zu 19 Abständen der Sonne von der Erde an, so ist der Centralkörper unsres Planetensystems vom Sterne α im Sternbilde des Centauren 11900, von 61 im Sternbilde des Schwans fast 31300, von α im Sternbilde der Leier 41600 Uranusweiten entfernt. Die Vergleichung des Volums der Sonne mit dem Volum der Fixsterne erster Größe ist von einem äußerst unsichern optischen Elemente, dem scheinbaren Durchmesser der Fixsterne, abhängig. Nimmt man nun mit Herschel den scheinbaren Durchmesser des Arcturus auch nur zum zehnten Theil einer Secunde an, so ergiebt sich daraus doch der wirkliche *Durchmesser* dieses Sterns noch eilfmal größer als der der Sonne [76]. Die durch Bessel bekannt gewordene Entfernung des 61sten Sterns des Schwans hat annäherungsweise zu der Kenntniß

der Menge von körperlichen Theilen geführt, welche derselbe als Doppelstern enthält. Ohnerachtet seit Bradley's Beobachtungen der durchlaufene Theil der scheinbaren Bahn noch nicht groß genug ist, um daraus mit Genauigkeit auf die wahre Bahn und den größten Halbmesser derselben schließen zu können; so ist es doch dem großen Königsberger Astronomen [77] wahrscheinlich geworden, „daß die Masse jenes Doppelsterns nicht beträchtlich kleiner oder größer ist, als die Hälfte der Masse unsrer Sonne". Dies ist das Resultat einer wirklichen Messung. Analogien, welche von der größeren Masse der mondenbegleiteten Planeten unsres Sonnensystems und von der Thatsache hergenommen werden, daß Struve sechsmal mehr Doppelsterne unter den helleren Fixsternen als unter den teleskopischen findet, haben andere Astronomen vermuthen lassen, daß die Masse der größeren Zahl der Sternenpaare, im Durchschnitt [78], die Sonnenmasse übertrifft. Allgemeine Resultate sind hier noch lange nicht zu erlangen. In Bezug auf eigene Bewegung im Weltraume gehört unsre Sonne nach Argelander in die Classe der stark bewegten Fixsterne.

Der Anblick des gestirnten Himmels, die relative Lage der Sterne und Nebelflecke, wie die Vertheilung ihrer Lichtmassen, die landschaftliche Anmuth des ganzen Firmaments, wenn ich mich eines solchen Ausdrucks bedienen darf, hangen im Lauf der Jahrtausende gleichmäßig ab von der eigenen wirklichen Bewegung der Gestirne und Lichtnebel, von der Translation unsres Sonnensystems im Weltraume, von dem einzelnen Auflodern neuer Sterne und dem Verschwinden oder der plötzlich geschwächten Licht-Intensität der älteren, endlich und vorzüglich von den

Veränderungen, welche die Erdachse durch die Anziehung der Sonne und des Mondes erleidet. Die schönen Sterne des Centaur und des südlichen Kreuzes werden einst in unseren nördlichen Breiten sichtbar werden, während andere Sterne (Sirius und der Gürtel des Orion) dann niedersinken. Der ruhende Nordpol wird nach und nach durch Sterne des Cepheus (β und α) und des Schwans (δ) bezeichnet werden, bis nach 12000 Jahren Wega der Leier als der prachtvollste aller möglichen Polarsterne erscheinen wird. Diese Angaben versinnlichen uns die Größe von Bewegungen, welche in unendlich kleinen Zeittheilen ununterbrochen, wie eine ewige Weltuhr, fortschreiten. Denken wir uns, als ein Traumbild der Phantasie, die Schärfe unserer Sinne übernatürlich bis zur äußersten Grenze des telescopischen Sehens erhöht, und zusammengedrängt, was durch große Zeitabschnitte getrennt ist, so verschwindet urplötzlich alle Ruhe des räumlichen Seins. Wir finden die zahllosen Fixsterne sich wimmelnd nach verschiedenen Richtungen gruppenweise bewegen; Nebelflecke wie kosmische Gewölke umherziehen, sich verdichten und lösen, die Milchstraße an einzelnen Punkten aufbrechen und ihren Schleier zerreißen; Bewegung eben so in jedem Punkte des Himmelsgewölbes walten, wie auf der Oberfläche der Erde in den keimenden, blättertreibenden, Blüthen entfaltenden Organismen der Pflanzendecke. Der berühmte spanische Botaniker Cavanilles hat zuerst den Gedanken gehabt, „Gras wachsen" zu sehen, indem er in einem stark vergrößernden Fernrohr den horizontalen Micrometer-Faden bald auf die Spitze des Schößlings einer Bambusa, bald auf die des so schnell sich entwickelnden Blüthenstengels einer amerikanischen Aloe

(Agave americana) richtete: genau wie der Aſtronom den culminirenden Stern auf das Fadenkreuz ſetzt. In dem Geſammtleben der phyſiſchen Natur, der organiſchen wie der ſideriſchen, ſind an Bewegung zugleich das Sein, die Erhaltung und das Werden geknüpft.

Das Aufbrechen der Milchſtraße, deſſen ich oben erwähnte, bedarf hier noch einer beſonderen Erläuterung. Wilhelm Herſchel, der ſichere und bewundernswürdige Führer in dieſen Welträumen, hat durch ſeine Stern-Aichungen gefunden, daß die teleſcopiſche Breite der Milchſtraße eine ſechs bis ſieben Grad größere Ausdehnung hat, als unſre Sternkarten und der dem unbewaffneten Auge ſichtbare Sternſchimmer verkündigen [79]. Die zwei glänzenden Knoten, in welchen die beiden Zweige der Zone ſich vereinigen, in der Gegend des Cepheus und der Caſſiopea, wie um den Scorpion und Schützen, ſcheinen eine kräftige Anziehung auf die benachbarten Sterne auszuüben; zwiſchen β und γ des Schwans aber, in der glanzvollſten Region, zieht ſich von 330000 Sternen, die in 5^0 Breite gefunden werden, die eine Hälfte nach einer Seite, die andere nach der entgegengeſetzten hin. Hier vermuthet Herſchel den Aufbruch der Schicht [80]. Die Zahl der unterſcheidbaren, durch keinen Nebel unterbrochenen teleſcopiſchen Sterne der Milchſtraße wird auf 18 Millionen geſchätzt. Um die Größe dieſer Zahl, ich ſage nicht zu faſſen, aber mit etwas analogem zu vergleichen, erinnere ich, daß von erſter bis ſechster Größe am ganzen Himmel nur etwa 8000 Sterne mit bloßem Auge geſehen werden. In dem unfruchtbaren Erſtaunen, was Zahl- und Raumgrößen ohne Beziehung auf die geiſtige Natur oder das Empfindungsvermögen des

Menſchen erregen, begegnen ſich übrigens die Extreme des Räumlichen, die Weltkörper mit dem kleinſten Thierleben. Ein Cubikzoll des Polirſchiefers von Bilin enthält, nach Ehrenberg, 40000 Millionen von kieſelartigen Panzern der Galionellen.

Der Milchſtraße der Sterne, welcher nach Argelander's ſcharfſinniger Bemerkung überhaupt die helleren Sterne des Firmaments merkwürdig genähert erſcheinen, ſteht beinahe rechtwinklig eine Milchſtraße von Nebelflecken entgegen. Die erſtere bildet nach Sir John Herſchel's Anſichten einen Ring, einen freiſtehenden, von der linſenförmigen Sterneninſel etwas fernen Gürtel, ähnlich dem Ring des Saturn. Unſer Planetenſyſtem liegt excentriſch, der Gegend des Kreuzes näher als dem diametral gegenüberliegenden Punkte, der Caſſiopea[81]. In einem von Meſſier 1774 entdeckten, aber unvollkommen geſehenen Nebelflecke ſcheint das Bild unſerer Sternſchicht und des getheilten Ringes unſrer Milchſtraße mit wundervoller Aehnlichkeit gleichſam abgeſpiegelt[82]. Die Milchſtraße der Nebelflecke gehört nicht unſerer Sternſchicht ſelbſt an; ſie umgiebt dieſelbe, ohne phyſiſchen Zuſammenhang mit ihr, in großer Entfernung, und zieht ſich hin, faſt in der Geſtalt eines größten Kreiſes, durch die dichten Nebel der Jungfrau (beſonders am nördlichen Flügel), durch das Haupthaar der Berenice, den großen Bären, den Gürtel der Andromeda und den nördlichen Fiſch. Sie durchſchneidet wahrſcheinlich in der Caſſiopea die Milchſtraße der Sterne, und verbindet ihre ſternarmen, durch hauſenbildende Kraft verödeten Pole[83] da, wo die Sternſchicht räumlich die mindere Dicke hat.

Es folgt aus dieſen Betrachtungen, daß, während unſer Sternhaufe in ſeinen auslaufenden Aeſten Spuren großer, im Laufe der Zeit vorgefallener Umbildungen an ſich trägt und, durch ſecundäre Anziehungspunkte, ſich aufzulöſen und zu zerſetzen ſtrebt, derſelbe von zwei Ringen, einem ſehr fernen, der Nebel, und einem näheren, der Sterne, umgeben wird. Dieſer letztere Ring (unſere Milchſtraße) iſt ein Gemiſch von nebelloſen Sternen, im Durchſchnitte von zehnter bis eilfter Größe[84], einzeln aber betrachtet ſehr verſchiedenartiger Größe, während iſolirte Sternhaufen (Sternſchwärme) faſt immer den Charakter der Gleichartigkeit haben.

Ueberall wo mit mächtigen, raumdurchdringenden Fernröhren das Himmelsgewölbe durchforſcht iſt, werden Sterne, ſei es auch nur teleſcopiſche 20ſter bis 24ſter Ordnung, oder leuchtende Nebel geſehen. Ein Theil dieſer Nebel würde wahrſcheinlich für noch kräftigere optiſche Werkzeuge ſich in Sterne auflöſen. Unſere Netzhaut erhält den Eindruck einzelner oder ſehr zuſammengedrängter Lichtpunkte, woraus, wie Arago neuerlichſt gezeigt hat, ganz verſchiedene photometriſche Verhältniſſe der Lichtempfindung[85] entſtehen. Der kosmiſche Nebel, geſtaltet oder formlos, allgemein verbreitet, durch Verdichtung Wärme erzeugend, modificirt wahrſcheinlich die Durchſichtigkeit des Weltraums, und vermindert die gleichartige Intenſität der Helligkeit, welche nach Halley und Olbers entſtehen müßte, wenn jeder Punkt des Himmelsgewölbes, der Tiefe nach, von einer endloſen Reihe von Sternen bedeckt wäre[86]. Die Annahme einer ſolchen Bedeckung widerſpricht der Beobachtung. Dieſe zeigt große ganz ſternleere Regionen,

Oeffnungen im Himmel, wie Wilhelm Herschel sie nennt, eine im Scorpion, vier Grad breit, eine andere in der Lende des Schlangenträgers. In der Nähe beider, nahe an ihrem Rande, befinden sich auflösliche Nebelflecke. Der, welcher am westlichen Rande der Oeffnung im Scorpion steht, ist einer der reichsten und zusammengedrängtesten Haufen kleiner Sterne, welche den Himmel zieren. Auch schreibt Herschel der Anziehung und haufenbildenden Kraft dieser Randgruppen [87] die Oeffnungen selbst als sternleere Regionen zu. „Es sind Theile unserer Sternschicht", sagt er in der schönen Lebendigkeit seines Styls, „die bereits große Verwüstung von der Zeit erlitten haben". Wenn man sich die hinter einander liegenden teleskopischen Sterne wie einen Sternenteppich denkt, der das ganze scheinbare Himmelsgewölbe bedeckt, so sind, glaube ich, jene sternleeren Stellen des Scorpions und des Schlangenträgers wie Röhren zu betrachten, durch die wir in den fernsten Weltraum blicken. Die Schichten des Teppichs sind unterbrochen, andere Sterne mögen auch da vorliegen, aber sie sind unerreichbar für unsre Werkzeuge. Der Anblick feuriger Meteore hatte die Alten ebenfalls auf die Idee von Spalten und Rissen (chasmata) in der Himmelsdecke geleitet. Diese Spalten wurden aber nur als vorübergehend betrachtet. Statt dunkel zu sein, waren sie erleuchtet und feurig, wegen des hinterliegenden, durchscheinenden, entzündeten Aethers [88]. Derham und selbst Huygens schienen nicht abgeneigt, das milde Licht der Nebelflecke auf eine ähnliche Art zu erklären [89].

Wenn man die, im Durchschnitt uns gewiß näheren Sterne erster Größe mit den nebellosen teleskopischen, wenn

man die Nebelsterne mit ganz unauflöslichen Nebelflecken, z. B. mit dem der Andromeda, oder gar mit den sogenannten planetarischen Nebeln vergleicht, so drängt sich uns bei Betrachtung so verschiedener Ferne, wie in die Schrankenlosigkeit des Raums versenkt, eine Thatsache auf, welche die Welt der Erscheinungen und das, was ihr ursachlich, als Realität, zum Grunde liegt, abhängig von der Fortpflanzung des Lichtes zeigt. Die Geschwindigkeit dieser Fortpflanzung ist nach Struve's neuesten Untersuchungen 41518 geographische Meilen in einer Secunde, also fast eine Million mal größer als die Geschwindigkeit des Schalles. Nach dem, was wir durch die Messungen von Maclear, Bessel und Struve von den Parallaxen und Entfernungen dreier Fixsterne sehr ungleicher Größe (α Centaur, 61 Schwan, α Leier) wissen, bedarf ein Lichtstrahl 3,9¼ oder 12 Jahre, um von diesen Weltkörpern zu uns zu gelangen. In der kurzen denkwürdigen Periode von 1572 bis 1604, von Cornelius Gemma und Tycho bis Kepler, loderten plötzlich drei neue Sterne auf, in der Cassiopea, im Schwan und am Fuß des Schlangenträgers. Dieselbe Erscheinung, aber mehrfach wiederkehrend, zeigte sich 1670 im Sternbild des Fuchses. In der neuesten Zeit, seit 1837, hat Sir John Herschel am Vorgebirge der guten Hoffnung den Glanz des Sternes η im Schiffe von der zweiten Größe bis zur ersten prachtvoll anwachsen sehen [90]. Solche Begebenheiten des Weltraums gehören aber in ihrer historischen Wirklichkeit anderen Zeiten an als denen, in welchen die Lichterscheinung den Erdbewohnern ihren Anfang verkündigt; sie sind wie Stimmen der Vergangenheit, die uns erreichen.

Man hat mit Recht gesagt, daß wir mit unsern großen Fernröhren gleichzeitig vordringen in den Raum und in die Zeit. Wir messen jenen durch diese; eine Stunde Weges sind für den Lichtstrahl 148 Millionen Meilen. Während in der Hesiodischen Theogonie die Dimensionen des Weltalls durch den Fall der Körper ausgedrückt werden („nicht mehr als neun Tage und neun Nächte fällt der eherne Amboß vom Himmel zur Erde herab"), glaubte Herschel der Vater[91], daß das Licht fast zwei Millionen Jahre brauche, um von den fernsten Lichtnebeln, die sein 40füßiger Refractor erreichte, zu uns zu gelangen. Vieles ist also längst verschwunden, ehe es uns sichtbar wird; vieles war anders geordnet. Der Anblick des gestirnten Himmels bietet Ungleichzeitiges dar; und so viel man auch den milde leuchtenden Duft der Nebelflecke oder die dämmernd aufglimmenden Sternhaufen uns näher rücken und die Tausende von Jahren vermindern will, welche als Maaß der Entfernung gelten, immer bleibt es, nach der Kenntniß, die wir von der Geschwindigkeit des Lichts haben, mehr als wahrscheinlich, daß das Licht der fernen Weltkörper das älteste sinnliche Zeugniß von dem Dasein der Materie darbietet. So erhebt sich, auf einfache Prämissen gestützt, der reflectirende Mensch zu ernsten, höheren Ansichten der Naturgebilde, da wo in den tief vom Licht durchströmten Gefilden

„Wie Gras der Nacht Myriaden Welten keimen"[92].

Aus der Region der himmlischen Gestaltungen, von den Kindern des Uranos, steigen wir nun zu dem engeren Sitz der irdischen Kräfte, zu den Kindern der Gäa, herab.

Ein geheimnißvolles Band umschlingt beide Classen der Erscheinungen. Nach der alten Deutung des titanischen Mythus [93] sind die Potenzen des Weltlebens, ist die große Ordnung der Natur an das Zusammenwirken des Himmels und der Erde geknüpft. Gehört schon seinem Ursprunge nach der Erdball, wie jeder der andern Planeten, dem Centralkörper, der Sonne, und ihrer einst in Nebelringe getrennten Atmosphäre an, so besteht auch noch jetzt durch Licht und strahlende Wärme der Verkehr mit dieser nahen Sonne, wie mit allen fernen Sonnen, welche am Firmamente leuchten. Die Verschiedenheit des Maaßes dieser Einwirkungen darf den Physiker nicht abhalten, in einem Naturgemälde an den Zusammenhang und das Walten gemeinsamer, gleichartiger Kräfte zu erinnern. Eine kleine Fraction der tellurischen Wärme gehört dem Weltraume an, in welchem unser Planetensystem fortrückt, und dessen, der eisigen mittleren Polar-Wärme fast gleiche Temperatur, nach Fourier, das Product aller lichtstrahlenden Gestirne ist. Was aber kräftiger das Licht der Sonne im Luftkreise und in den oberen Erdschichten anregt, wie es wärmeerzeugend electrische und magnetische Strömungen veranlaßt, wie es zauberhaft den Lebensfunken in den organischen Gebilden an der Oberfläche der Erde erweckt und wohlthätig nährt: das wird der Gegenstand späterer Betrachtungen sein.

Indem wir uns hier der tellurischen Sphäre der Natur ausschlußweise zuwenden, werfen wir zuerst den Blick auf die Raumverhältnisse des Starren und Flüssigen, auf die Gestalt der Erde, ihre mittlere Dichtigkeit und die partielle Vertheilung dieser Dichtigkeit im Innern des Planeten, auf den Wärmegehalt und die electro-

magnetiſche Ladung der Erde. Dieſe Raumverhältniſſe und die der Materie inwohnenden Kräfte führen auf die Reaction des Inneren gegen das Aeußere unſeres Erdkörpers; ſie führen durch ſpecielle Betrachtung einer allverbreiteten Naturmacht, der unterirdiſchen Wärme, auf die, nicht immer bloß dynamiſchen Erſcheinungen des Erdbebens in ungleich ausgedehnten Erſchütterungskreiſen, auf den Ausbruch heißer Quellen und die mächtigeren Wirkungen vulkaniſcher Proceſſe. Die von unten erſchütterte, bald ruckweiſe und plötzlich, bald ununterbrochen und darum kaum bemerkbar gehobene Erdrinde verändert, im Lauf der Jahrhunderte, das Höhen-Verhältniß der Feſte zur Oberfläche des Flüſſigen, ja die Geſtaltung des Meerbodens ſelbſt. Es bilden ſich gleichzeitig, ſeien es temporäre Spalten, ſeien es permanente Oeffnungen, durch welche das Innere der Erde mit dem Luftkreiſe in Verbindung tritt. Der unbekannten Tiefe entquollen, fließen geſchmolzene Maſſen in ſchmalen Strömen längs dem Abhang der Berge hinab, bald ungeſtüm, bald langſam und ſanft bewegt, bis die feurige Erdquelle verſiegt und die Lava unter einer Decke, die ſie ſich ſelbſt gebildet, Dämpfe ausſtoßend, erſtarrt. Neue Felsmaſſen entſtehen dann unter unſeren Augen, während daß die älteren, ſchon gebildeten durch plutoniſche Kräfte umgewandelt werden, ſeltener in unmittelbarer Berührung, öfter in wärmeſtrahlender Nähe. Auch da, wo keine Durchdringung ſtatt findet, werden die kryſtalliniſchen Theilchen verſchoben und zu einem dichteren Gewebe verbunden. Bildungen ganz anderer Natur bieten die Gewäſſer dar: Concretionen von Thier- und Pflanzenreſten, von erdigen, kalk- und thonartigen Niederſchlägen, Aggregate

fein zerriebener Gebirgsarten, überdeckt mit Lagen kieselgepanzerter Infusorien und mit knochenhaltigem Schuttlande, dem Sitze urweltlicher Thierformen. Was auf so verschiedenen Wegen sich unter unseren Augen erzeugt und zu Schichten gestaltet, was durch gegenseitigen Druck und vulkanische Kräfte mannigfach gestürzt, gekrümmt oder aufgerichtet wird, führt den denkenden, einfachen Analogien sich hingebenden Beobachter auf die Vergleichung der gegenwärtigen und der längst vergangenen Zeit. Durch Combination der wirklichen Erscheinungen, durch ideale Vergrößerung der Raumverhältnisse wie des Maaßes wirkender Kräfte gelangen wir in das lange ersehnte, dunkel geahndete, erst seit einem halben Jahrhundert festbegründete Reich der Geognosie.

Man hat scharfsinnig bemerkt, „daß wir, trotz des Beschauens durch große Fernröhre, in Hinsicht der anderen Planeten (den Mond etwa abgerechnet) mehr von ihrem Inneren als von ihrem Aeußeren wissen." Man hat sie gewogen und ihr Volum gemessen; man kennt ihre Masse und ihre Dichte, beide (Dank sei es den Fortschritten der beobachtenden und der rechnenden Astronomie!) mit stets wachsender numerischer Genauigkeit. Ueber ihrer physischen Beschaffenheit schwebt ein tiefes Dunkel. Nur auf unserem Erdkörper setzt uns die unmittelbare Nähe in Contact mit allen Elementen der organischen und anorganischen Schöpfung. Die ganze Fülle der verschiedenartigsten Stoffe bietet in ihrer Mischung und Umbildung, in dem ewig wechselnden Spiel hervorgerufener Kräfte dem Geiste die Nahrung, die Freuden der Erforschung, das unermeßliche Feld der Beobachtung dar, welche der intellectuellen Sphäre der Menschheit, durch Ausbildung und Erstarkung des

Denkvermögens, einen Theil ihrer erhabenen Größe verleiht. Die Welt sinnlicher Erscheinungen reflectirt sich in den Tiefen der Ideenwelt; der Reichthum der Natur, die Masse des Unterscheidbaren gehen allmälig in eine Vernunfterkenntniß über.

Hier berühre ich wieder einen Vorzug, auf welchen ich schon mehrmals hingewiesen, den Vorzug des Wissens, das einen heimathlichen Ursprung hat, dessen Möglichkeit recht eigentlich an unsere irdische Existenz geknüpft ist. Die Himmelsbeschreibung, von den fern schimmernden Nebelsternen (mit deren Sonnen) bis herab zu dem Centralkörper unsres Systemes, fanden wir auf die allgemeinen Begriffe von Volum und Quantität der Materie beschränkt. Keine Lebensregung offenbart sich da unseren Sinnen. Nur nach Aehnlichkeiten, oft nach phantasiereichen Combinationen hat man Vermuthungen über die specifische Natur der Stoffe, über ihre Abwesenheit in diesem oder jenem Weltkörper gewagt. Die Heterogeneität der Materie, ihre chemische Verschiedenheit, die regelmäßigen Gestalten, zu denen ihre Theile sich krystallinisch und körnig an einander reihen; ihr Verhalten zu den eindringenden, abgelenkten oder getheilten Lichtwellen, zur strahlenden, durchgeleiteten oder polarisirten Wärme, zu den glanzvollen oder unsichtbaren, aber darum nicht minder wirksamen Erscheinungen des Electro-Magnetismus: diesen unermeßlichen, die Weltanschauung erhöhenden Schatz physischer Erkenntniß verdanken wir der Oberfläche des Planeten, den wir bewohnen; mehr noch dem starren als dem flüssigen Theile derselben. Wie diese Erkenntniß der Naturdinge und Naturkräfte, wie die unermeßliche Mannigfaltigkeit objectiver Wahrnehmung die geistige Thätigkeit des

Geschlechts und alle Fortschritte seiner Bildung gefördert, ist schon oben bemerkt worden. Diese Verhältnisse bedürfen hier eben so wenig einer weiteren Entwickelung, als die Verkettung der Ursachen jener materiellen Macht, welche die Beherrschung eines Theils der Elemente einzelnen Völkern verliehen hat.

Wenn es mir oblag, auf den Unterschied aufmerksam zu machen, der zwischen der Natur unseres tellurischen Wissens und unserer Kenntniß der Himmelsräume und ihres Inhalts statt findet, so ist es auf der andern Seite auch nöthig, hier die Beschränktheit des Raumes zu bezeichnen, von welchem unsere ganze Kenntniß von der Heterogeneität der Stoffe hergenommen ist. Dieser Raum wird ziemlich uneigentlich die Rinde der Erde genannt; es ist die Dicke der der Oberfläche unseres Planeten nächsten Schichten, welche durch tiefe spaltenartige Thäler oder durch die Arbeit der Menschen (Bohrlöcher und bergmännische Grubenbaue) aufgeschlossen sind. Diese Arbeiten[94] erreichen in senkrechter Tiefe nicht viel mehr als zweitausend Fuß (weniger als $\frac{1}{11}$ Meile) unter dem Niveau der Meere, also nur $\frac{1}{9800}$ des Erdhalbmessers. Die krystallinischen Massen, durch noch thätige Vulkane ausgeworfen, meist unsern Gebirgsarten der Oberfläche ähnlich, kommen aus unbestimmbaren, gewiß 60mal größeren absoluten Tiefen, als die sind, welche die menschlichen Arbeiten erreicht haben. Auch da, wo Steinkohlenschichten sich einsenken, um in einer durch genaue Messung bestimmten Entfernung wieder aufzusteigen, kann man die Tiefe der Mulde in Zahlen angeben. Solche Einsenkungen erweisen, daß Steinkohlenflötze sammt den vorweltlichen organischen Ueberresten, die sie enthalten (in Belgien z. B.),

mehrfach[85] fünf- bis sechstausend Fuß unter dem jetzigen Meeresspiegel liegen, ja daß der Bergkalk und die devonischen muldenförmig gekrümmten Schichten wohl die doppelte Tiefe erreichen. Vergleicht man diese unterirdischen Mulden nun mit den Berggipfeln, welche bisher für die höchsten Theile der gehobenen Erdrinde gehalten werden, so erhält man einen Abstand von 37000 Fuß ($1^{7}/_{10}$ Meile), d. i. ungefähr $^{1}/_{524}$ des Erdhalbmessers. Dies wäre in der senkrechten Dimension und räumlichen Aufeinanderlagerung der Gebirgsschichten doch nur der Schauplatz geognostischer Forschung, wenn auch die ganze Oberfläche der Erde die Höhe des Dhawalagiri im Himalaya-Gebirge oder die des Sorata in Bolivia erreichte. Alles, was unter dem Seespiegel tiefer liegt, als die oben angeführten Mulden, als die Arbeiten der Menschen, als der vom Senkblei an einzelnen Stellen erreichte Meeresgrund (noch nicht erreicht in 25400 Fuß von James Roß), ist uns eben so unbekannt wie das Innere der anderen Planeten unseres Sonnensystems. Wir kennen ebenfalls nur die Masse der ganzen Erde und ihre mittlere Dichtigkeit, verglichen mit der der oberen, uns allein zugänglichen Schichten. Wo alle Kenntniß chemischer und mineralogischer Naturbeschaffenheit im Inneren des Erdkörpers fehlt, sind wir wieder, wie bei den fernsten um die Sonne kreisenden Weltkörpern, auf bloße Vermuthungen beschränkt. Wir können nichts mit Sicherheit bestimmen über die Tiefe, in welcher die Gebirgsschichten als zäherweicht oder geschmolzen flüssig betrachtet werden sollen, über die Höhlungen, welche elastische Dämpfe füllen, über den Zustand der Flüssigkeiten, wenn sie unter einem ungeheuern Drucke erglühen, über das Gesetz der zunehmenden

Dichtigkeit von der Oberfläche der Erde bis zu ihrem Centrum hin.

Die Betrachtung der mit der Tiefe zunehmenden Wärme im Inneren unſeres Planeten, und der Reaction dieſes Inneren gegen die Oberfläche hat uns geleitet zu der langen Reihe vulkaniſcher Erſcheinungen. Sie offenbaren ſich als Erdbeben, Gas-Ausbrüche, heiße Quellen, Schlamm-Vulkane und Lavaſtröme aus Eruptions-Kratern; ja die Macht elaſtiſcher Kräfte äußert ſich auch durch räumliche Veränderung in dem Niveau der Oberfläche. Große Flächen, mannigfaltig gegliederte Continente werden gehoben oder geſenkt, es ſcheidet ſich das Starre von dem Flüſſigen; aber der Ocean ſelbſt, von warmen und kalten Strömungen flußartig durchſchnitten, gerinnt an beiden Polen und wandelt das Waſſer in dichte Felsmaſſen um, bald geſchichtet und feſtſtehend, bald in bewegliche Bänke zertrümmert. Die Grenzen von Meer und Land, vom Flüſſigen und Starren wurden mannigfach und oft verändert. Es oſcillirten die Ebenen aufwärts und abwärts. Nach der Hebung der Continente traten auf langen Spalten, meiſt parallel, und dann wahrſcheinlich zu einerlei Zeitepochen, Gebirgsketten empor; ſalzige Lachen und große Binnenwaſſer, die lange von denſelben Geſchöpfen bewohnt waren, wurden gewaltſam geſchieden. Die foſſilen Reſte von Muſcheln und Zoophyten bezeugen ihren urſprünglichen Zuſammenhang. So gelangen wir, der relativen Abhängigkeit der Erſcheinungen folgend, von der Betrachtung ſchaffender, tief im Inneren des Erdkörpers waltender Kräfte zu dem, was ſeine obere Rinde erſchüttert und aufbricht, was durch Druck elaſtiſcher Dämpfe den geöffneten Spalten als glühender Erdſtrom (Lava) entquillt.

Dieſelben Mächte, welche die Andes- und Himalaya-Kette bis zur Schneeregion gehoben, haben neue Miſchungen und neues Gewebe in den Felsmaſſen erzeugt, umgewandelt die Schichten, die aus vielbelebten, mit organiſchen Stoffen geſchwängerten Flüſſigkeiten ſich früher niedergeſchlagen. Wir erkennen hier die Reihefolge der Formationen, nach ihrem Alter geſchieden und überlagert, in ihrer Abhängigkeit von den Geſtalt-Veränderungen der Oberfläche, von den dynamiſchen Verhältniſſen der hebenden Kräfte, von den chemiſchen Wirkungen auf Spalten ausbrechender Dämpfe.

Die Form und Gliederung der Continente, d. h. der trocken gelegenen, einer üppigen Entwicklung des vegetabiliſchen Lebens fähigen Theile der Erdrinde, ſteht in innigem Verkehr und thätiger Wechſelwirkung mit dem alles umgrenzenden Meere. In dieſem iſt der Organismus faſt auf die Thierwelt beſchränkt. Das tropfbar-flüſſige Element wird wiederum von dem Dunſtkreiſe bedeckt, einem Luftocean, in welchem die Bergketten und Hochebenen der Feſte wie Untiefen aufſteigen, mannigfaltige Strömungen und Temperaturwechſel erzeugen, Feuchtigkeit aus der Wolkenregion ſammeln, und ſo in ihrer geneigten Bodenfläche durch ſtrömendes Waſſer Bewegung und Leben verbreiten.

Wenn die Geographie der Pflanzen und Thiere von dieſen verwickelten Contraſten der Meer- und Ländervertheilung, der Geſtaltung der Oberfläche, der Richtung iſothermer Linien (Zonen gleicher mittlerer Jahreswärme) abhängt; ſo ſind dagegen die charakteriſtiſchen Unterſchiede der Menſchenſtämme und ihre relative numeriſche Verbreitung über den Erdkörper (der letzte und edelſte Gegenſtand einer phyſiſchen Weltbeſchreibung) nicht durch jene Natur-

verhältniſſe allein, ſondern zugleich und vorzüglich durch die Fortſchritte der Geſittung, der geiſtigen Ausbildung, der die politiſche Uebermacht begründenden National-Cultur bedingt. Einige Racen, feſt dem Boden anhangend, werden verdrängt und durch gefahrvolle Nähe der gebildeteren ihrem Untergange zugeführt; es bleibt von ihnen kaum eine ſchwache Spur geſchichtlicher Kunde; andere Stämme, der Zahl nach nicht die ſtärkeren, durchſchiffen das flüſſige Element. Faſt allgegenwärtig durch dieſes, haben ſie allein, obgleich ſpät erſt, von einem Pole zum anderen, die räumliche, graphiſche Kenntniß der ganzen Oberfläche unſres Planeten, wenigſtens faſt aller Küſtenländer, erlangt.

So iſt denn hier, ehe ich in dem Naturgemälde der telluriſchen Sphäre der Erſcheinungen das Einzelne berühre, im allgemeinen gezeigt worden, wie, nach der Betrachtung der Geſtalt des Erdkörpers, der von ihm perpetuirlich ausgehenden Kraftäußerung des Electro-Magnetismus und der unterirdiſchen Wärme, die Verhältniſſe der Erdoberfläche in horizontaler Ausdehnung und Höhe, der geognoſtiſche Typus der Formationen, das Gebiet der Meere (des Tropfbar-Flüſſigen) und des Luftkreiſes, mit ſeinen meteorologiſchen Proceſſen, die geographiſche Verbreitung der Pflanzen und Thiere, endlich die phyſiſchen Abſtufungen des einigen, überall geiſtiger Cultur fähigen Menſchengeſchlechts in Einer und derſelben Anſchauung vereinigt werden können. Dieſe Einheit der Anſchauung ſetzt eine Verkettung der Erſcheinungen nach ihrem inneren Zuſammenhange voraus. Eine bloße tabellariſche Aneinanderreihung derſelben erfüllt nicht den Zweck, den ich mir vorgeſetzt; ſie befriedigt nicht das Bedürfniß einer kosmiſchen Darſtellung, welches

der Anblick der Natur auf Meer- und Land-Reisen, ein sorgfältiges Studium der Gebilde und Kräfte, der lebendige Eindruck eines Naturganzen unter den verschiedensten Erdstrichen in mir erregt haben. Vieles, das in diesem Versuche so überaus mangelhaft ist, wird bei der beschleunigten Zunahme des Wissens, deren sich alle Theile der physikalischen Wissenschaften erfreuen, vielleicht in naher Zukunft berichtigt und vervollständigt werden. Es liegt ja in dem Entwickelungsgange aller Disciplinen, daß das, was lange isolirt gestanden, sich allgemach verkettet und höheren Gesetzen untergeordnet wird. Ich bezeichne nur den empirischen Weg, auf dem ich und viele mir Gleichgesinnte fortschreiten, erwartungsvoll, daß man uns, wie einst, nach Plato's Ausspruch, Sokrates es forderte[96], „die Natur nach der Vernunft auslege".

Die Schilderung der tellurischen Erscheinungen in ihren Hauptmomenten muß mit der Gestalt und den Raumverhältnissen unsres Planeten beginnen. Auch hier darf man sagen: nicht etwa bloß die mineralogische Beschaffenheit, die krystallinisch körnigen oder die dichten, mit Versteinerungen angefüllten Gebirgsarten, nein, die geometrische Gestalt der Erde selbst bezeugt die Art ihrer Entstehung, sie ist ihre Geschichte. Ein elliptisches Rotations-Sphäroid deutet auf eine einst weiche oder flüssige Masse. Zu den ältesten geognostischen Begebenheiten, allen Verständigen lesbar in dem Buch der Natur niedergeschrieben, gehört die Abplattung, wie auch (um ein anderes uns sehr nahes Beispiel anzuführen) die perpetuirliche Richtung der großen Axe des Mondsphäroids gegen die Erde, d. h. die vermehrte Anhäufung der Materie auf der Mondhälfte, welche wir sehen, eine Anhäufung, die das Verhältniß der

Rotation zur Umlaufszeit bestimmt und bis zur ältesten Bildungsepoche des Satelliten hinaufreicht. „Die mathematische Figur der Erde ist die mit nicht strömendem Wasser bedeckte Oberfläche derselben"; auf sie beziehen sich alle geodätischen auf den Meeresspiegel reducirten Gradmessungen. Von dieser mathematischen Oberfläche der Erde ist die physische, mit allen Zufälligkeiten und Unebenheiten des Starren, verschieden [97]. Die ganze Figur der Erde ist bestimmt, wenn man die Quantität der Abplattung und die Größe des Aequatorial-Durchmessers kennt. Um ein vollständiges Bild der Gestaltung zu erlangen, wären aber Messungen in zwei auf einander senkrechten Richtungen nöthig.

Eilf Gradmessungen (Bestimmungen der Krümmung der Erdoberfläche in verschiedenen Gegenden), von denen neun bloß unserem Jahrhundert angehören, haben uns die Größe des Erdkörpers, den schon Plinius [98] „einen Punkt im unermeßlichen Weltall" nennt, kennen gelehrt. Wenn dieselben nicht übereinstimmen in der Krümmung verschiedener Meridiane unter gleichen Breitengraden, so spricht eben dieser Umstand für die Genauigkeit der angewandten Instrumente und der Methoden, für die Sicherheit naturgetreuer, partieller Resultate. Der Schluß selbst von der Zunahme der anziehenden Kraft (in der Richtung vom Aequator zu den Polen hin) auf die Figur eines Planeten ist abhängig von der Vertheilung der Dichtigkeit in seinem Inneren. Wenn Newton aus theoretischen Gründen, und wohl auch angeregt durch die von Cassini schon vor 1666 entdeckte Abplattung des Jupiter [99], in seinem unsterblichen Werke Philosophiae Naturalis Principia die Abplattung der

Erde bei einer homogenen Masse auf $^1/_{230}$ bestimmte; so haben dagegen wirkliche Messungen unter dem mächtigen Einflusse der neuen vervollkommneten Analyse erwiesen, daß die Abplattung des Erdsphäroids, in welchem die Dichtigkeit der Schichten als gegen das Centrum hin zunehmend betrachtet wird, sehr nahe $^1/_{300}$ ist.

Drei Methoden sind angewandt worden, um die Krümmung der Erdoberfläche zu ergründen; es ist dieselbe aus Gradmessungen, aus Pendelschwingungen und aus gewissen Ungleichheiten der Mondsbahn geschlossen. Die erste Methode ist eine unmittelbare geometrisch-astronomische; in den anderen zweien wird aus genau beobachteten Bewegungen auf die Kräfte geschlossen, welche diese Bewegungen erzeugen, und von diesen Kräften auf die Ursache derselben, nämlich auf die Abplattung der Erde. Ich habe hier, in dem allgemeinen Naturgemälde, ausnahmsweise der Anwendung von Methoden erwähnt, weil die Sicherheit derselben lebhaft an die innige Verkettung von Naturphänomenen in Gestalt und Kräften mahnt, und weil diese Anwendung selbst die glückliche Veranlassung geworden ist, die Genauigkeit der Instrumente (der raummessenden, der optischen und zeitbestimmenden) zu schärfen, die Fundamente der Astronomie und Mechanik in Hinsicht auf Mondbewegung und auf Erörterung des Widerstandes, den die Pendelschwingungen erleiden, zu vervollkommnen, ja der Analysis eigene und unbetretene Wege zu eröffnen. Die Geschichte der Wissenschaften bietet neben der Untersuchung der Parallaxe der Fixsterne, die zur Aberration und Nutation geführt hat, kein Problem dar, in welchem in gleichem Grade das erlangte Resultat (die Kenntniß der mittleren Abplattung

und die Gewißheit, daß die Figur der Erde keine regelmäßige ist) an Wichtigkeit dem nachsteht, was auf dem langen und mühevollen Wege zur Erreichung des Zieles an allgemeiner Ausbildung und Vervollkommnung des mathematischen und astronomischen Wissens gewonnen worden ist. Die Vergleichung von eilf Gradmessungen, unter denen drei außereuropäische, die alte peruanische und zwei ostindische, begriffen sind, hat, nach den strengsten theoretischen Anforderungen von Bessel berechnet, eine Abplattung von $^1/_{299}$ gegeben [100]. Danach ist der Polar-Halbmesser 10938 Toisen, fast $2^7/_8$ geographische Meilen, kürzer als der Aequatorial-Halbmesser des elliptischen Rotations-Sphäroids. Die Anschwellung unter dem Aequator in Folge der Krümmung der Oberfläche des Sphäroids beträgt also, der Richtung der Schwere nach, etwas mehr als $4^3/_4$mal die Höhe des Montblanc, nur $2^1/_2$mal die wahrscheinliche Höhe des Dhawalagiri-Gipfels in der Himalaya-Kette. Die Mondsgleichungen (Störungen in der Länge und Breite des Mondes) geben nach den letzten Untersuchungen von Laplace fast dasselbe Resultat der Abplattung ($^1/_{299}$) als die Gradmessungen. Aus den Pendelversuchen folgt im Ganzen[1] eine weit größere Abplattung ($^1/_{288}$).

Galilei, der während des Gottesdienstes, wahrscheinlich etwas zerstreut, schon als Knabe erkannte, daß durch die Dauer der Schwingungen von Kronleuchtern, welche in ungleicher Höhe hingen, die ganze Höhe eines Kirchengewölbes zu messen sei; hatte freilich nicht geahndet, wie das Pendel einst von Pol zu Pol würde getragen werden, um die Gestalt der Erde zu bestimmen, oder vielmehr um die Ueberzeugung zu geben, daß die ungleiche Dichtigkeit der Erd-

ſchichten die Länge des Secunden-Pendels durch verwickelte, aber in großen Länderſtrecken ſich faſt gleichmäßig äußernde Local-Attractionen afficire. Dieſe geognoſtiſchen Beziehungen eines zeitmeſſenden Inſtruments, dieſe Eigenſchaft des Pendels, wie ein Senkblei die ungeſehene Tiefe zu erſpähen, ja in vulkaniſchen Inſeln[2] oder am Abhange gehobener continentaler Bergketten[3], ſtatt der Höhlungen dichte Maſſen von Baſalt und Melaphyr anzudeuten, erſchweren (trotz der bewundernswürdigen Einfachheit der Methode) die Erlangung eines allgemeinen Reſultats, die Herleitung der Figur der Erde aus Beobachtung von Pendelſchwingungen. Auch in dem aſtronomiſchen Theile der Meſſung eines Breitengrades wirken ablenkend und nachtheilig, doch nicht in gleichem Maaße, Gebirgsketten oder dichtere Schichten des Bodens.

Da die Geſtalt der Erde auf die Bewegung anderer Weltkörper, beſonders auf die ihres nahen Satelliten, einen mächtigen Einfluß ausübt, ſo läßt die vervollkommnete Kenntniß der Bewegung des letzteren uns auch wiederum auf die Geſtalt der Erde zurückſchließen. Demnach hätte, wie Laplace ſich ſinnig ausdrückt[4], ein Aſtronom, „ohne ſeine Sternwarte zu verlaſſen, durch Vergleichung der Mondtheorie mit den wirklichen Beobachtungen nicht nur die Geſtalt und Größe der Erde, ſondern auch ihre Entfernung von der Sonne und vom Monde beſtimmen können, Reſultate, die erſt durch lange und mühevolle Unternehmungen nach den entlegenſten Gegenden beider Hemiſphären erlangt worden ſind.“ Die Abplattung, welche aus den Ungleichheiten des Mondes geſchloſſen wird, gewährt den Vorzug, daß ſie, was einzelne Gradmeſſungen und Pendelverſuche

nicht leisten, eine mittlere, dem ganzen Planeten zukommende ist. Mit der Rotations-Geschwindigkeit verglichen, beweist sie dazu die Zunahme der Dichtigkeit der Erdschichten von der Oberfläche gegen den Mittelpunkt hin, eine Zunahme, welche die Vergleichung der Achsen-Verhältnisse des Jupiter und Saturn mit ihrer Umdrehungszeit auch in diesen beiden großen Planeten offenbart. So berechtigt die Kenntniß äußerer Gestaltung zu Schlüssen über die innere Beschaffenheit der Weltkörper.

Die nördliche und südliche Erdhälfte scheinen unter gleichen Breitengraden ungefähr dieselbe Erdkrümmung [5] darzubieten; aber Pendelversuche und Gradmessungen geben, wie schon oben bemerkt, für einzelne Theile der Oberfläche so verschiedene Resultate, daß man keine regelmäßige Figur angeben kann, welche allen auf diesen Wegen bisher erhaltenen Resultaten genügen würde. Die wirkliche Figur der Erde verhält sich zu einer regelmäßigen, „wie die unebene Oberfläche eines bewegten Wassers sich zu der ebenen Oberfläche eines ruhigen verhält".

Nachdem die Erde gemessen worden ist, mußte sie gewogen werden. Pendelschwingungen und Bleiloth haben ebenfalls dazu gedient, die mittlere Dichtigkeit der Erde zu bestimmen: sei es, daß man in Vereinigung astronomischer und geodätischer Operationen die Ablenkung des Bleiloths von der Verticale in der Nähe eines Berges suchte, oder durch Vergleichung der Pendellänge in der Ebene und auf dem Gipfel einer Anhöhe, oder endlich durch Anwendung einer Drehwage, die man als ein horizontal schwingendes Pendel betrachten kann, die relative Dichtigkeit der nahen Erdschichten maß. Von diesen drei Methoden [6] ist die

letzte die sicherste, da sie unabhängig von der schwierigen Bestimmung der Dichtigkeit der Mineralien ist, aus welchen das sphärische Segment eines Berges besteht, in dessen Nähe man beobachtet. Sie giebt nach den neuesten Versuchen von Reich 5,44; d. h. sie zeigt, daß die mittlere Dichtigkeit der ganzen Erde so vielmal größer ist, als die des reinen Wassers. Da nun nach der Natur der Gebirgsschichten, welche den trockenen, continentalen Theil der Erdoberfläche bilden, die Dichtigkeit dieses Theils kaum 2,7, die Dichtigkeit der trocknen und oceanischen Oberfläche zusammen kaum 1,6 beträgt, so folgt aus jener Angabe, wie sehr die elliptischen ungleich abgeplatteten Schichten des Inneren durch Druck oder durch Heterogeneität der Stoffe gegen das Centrum zu an Dichtigkeit zunehmen. Hier zeigt sich wieder, daß das Pendel, das senkrechte wie das horizontal schwingende, mit Recht ein geognostisches Instrument genannt worden ist.

Aber die Schlüsse, zu welchen der Gebrauch eines solchen Instruments führt, hat berühmte Physiker, nach Verschiedenheit der Hypothesen, von denen man ausging, zu ganz entgegengesetzten Ansichten über die Naturbeschaffenheit des Inneren des Erdkörpers geleitet. Man hat berechnet, in welchen Tiefen tropfbar-flüssige, ja selbst luftförmige Stoffe durch den eigenen Druck ihrer auf einander gelagerten Schichten die Dichtigkeit der Platina oder selbst des Iridiums übertreffen würden; und um die innerhalb sehr enger Grenzen bekannte Abplattung mit der Annahme einer einfachen bis ins Unendliche compressibeln Substanz in Einklang zu bringen, hat der scharfsinnige Leslie den Kern der Erde als eine Hohlkugel beschrieben,

die mit ſogenannten „unwägbaren Stoffen von ungeheurer Repulſivkraft“ erfüllt wäre. Dieſe gewagten und willkührlichen Vermuthungen haben in ganz unwiſſenſchaftlichen Kreiſen bald noch phantaſiereichere Träume hervorgerufen. Die Hohlkugel iſt nach und nach mit Pflanzen und Thieren bevölkert worden, über die zwei kleine unterirdiſch kreiſende Planeten, Pluto und Proſerpina, ihr mildes Licht ausgießen. Immer gleiche Wärme herrſcht in dieſen inneren Erdräumen, und die durch Compreſſion ſelbſtleuchtende Luft könnte wohl die Planeten der Unterwelt entbehrlich machen. Nahe am Nordpol, unter 82° Breite, da wo das Polarlicht ausſtrömt, iſt eine ungeheure Oeffnung, durch die man in die Hohlkugel hinabſteigen kann. Zu einer ſolchen unterirdiſchen Expedition ſind Sir Humphry Davy und ich vom Capitän Symmes wiederholt und öffentlich aufgefordert worden. So mächtig iſt die krankhafte Neigung der Menſchen, unbekümmert um das widerſprechende Zeugniß wohlbegründeter Thatſachen oder allgemein anerkannter Naturgeſetze, ungeſehene Räume mit Wundergeſtalten zu füllen. Schon der berühmte Halley hatte, am Ende des 17ten Jahrhunderts, in ſeinen magnetiſchen Speculationen die Erde ausgehöhlt. Ein unterirdiſch frei rotirender Kern verurſacht durch ſeine Stellung die tägliche und jährliche Veränderung der magnetiſchen Abweichung! Was bei dem geiſtreichen Holberg eine heitere Fiction war, hat man zu unſerer Zeit mit langweiligem Ernſte in ein wiſſenſchaftliches Gewand zu kleiden verſucht.

Die Figur der Erde und der Grad der Starrheit (Dichtigkeit), welchen die Erde erlangt hat, ſtehen in inniger Verbindung mit den Kräften, die ſie beleben, ſofern

nämlich dieſe Kräfte nicht von außen her durch die planetariſche Stellung gegen einen leuchtenden Centralkörper angeregt oder erweckt ſind. Die Abplattung, Folge der auf eine rotirende Maſſe einwirkenden Schwungkraft, offenbart den früheren Zuſtand der Flüſſigkeit unſres Planeten. Bei dem Erſtarren dieſer Flüſſigkeit, die man geneigt iſt als eine dunſtförmige, bereits urſprünglich zu einer ſehr hohen Temperatur erhitzte anzunehmen, iſt eine ungeheure Menge latenter Wärme frei geworden. Fing der Proceß der Erſtarrung, wie Fourier will, von der zuerſt durch Strahlung gegen den Himmelsraum erkaltenden Oberfläche an, ſo blieben die dem Mittelpunkt der Erde näheren Theile flüſſig und glühend. Da nach langer Ausſtrömung der Wärme vom Mittelpunkt gegen die Oberfläche ſich endlich ein Stabilitäts-Zuſtand in der Temperatur des Erdkörpers hergeſtellt hat, ſo wird angenommen, daß mit zunehmender Tiefe auch die unterirdiſche Wärme ununterbrochen zunehme. Die Wärme der Waſſer, welche den Bohrlöchern (arteſiſchen Brunnen) entquellen, unmittelbare Verſuche über die Temperatur des Geſteins in den Bergwerken, vor allem aber die vulkaniſche Thätigkeit der Erde, d. i. der Erguß geſchmolzener Maſſen aus geöffneten Spalten, bezeugen dieſe Zunahme auf das unwiderſprechlichſte für ſehr beträchtliche Tiefen der oberen Erdſchichten. Nach Schlüſſen, die ſich freilich nur auf Analogien gründen, wird dieſelbe auch mehr als wahrſcheinlich weiter gegen das Centrum hin.

Was ein kunſtreicher, für dieſe Claſſe von Unterſuchungen[7] eigens vervollkommneter analytiſcher Calcül über die Bewegung der Wärme in homogenen metalliſchen Sphäroiden gelehrt hat, iſt bei unſerer Unkenntniß der Stoffe,

aus denen die Erde zusammengesetzt sein kann, bei der Verschiedenheit der Wärme-Capacität und Leitungsfähigkeit auf einander geschichteter Massen, bei den chemischen Umwandlungen, welche feste und flüssige Materien durch einen ungeheuren Druck erleiden, nur sehr vorsichtig auf die wirkliche Naturbeschaffenheit unsres Planeten anzuwenden. Am schwierigsten für unsere Fassungskraft ist die Vorstellung von der Grenzlinie zwischen der flüssigen Masse des Inneren und den schon erhärteten Gebirgsarten der äußeren Erdrinde, von der allmäligen Zunahme der festen Schichten und dem Zustande der Halbflüssigkeit erdiger zäher Stoffe, für welche die bekannten Gesetze der Hydraulik nur unter beträchtlichen Modificationen gelten können. Sonne und Mond, welche das Meer in Ebbe und Fluth bewegen, wirken höchst wahrscheinlich auch bis zu jenen Erdtiefen. Unter dem Gewölbe schon erstarrter Gebirgsarten kann man allerdings periodische Hebungen und Senkungen der geschmolzenen Masse, Ungleichheiten des gegen das Gewölbe ausgeübten Druckes vermuthen. Das Maaß und die Wirkung solcher Oscillation kann aber nur gering sein; und wenn der relative Stand der anziehenden Weltkörper auch hier Springfluthen erregen muß, so ist doch gewiß nicht diesen, sondern mächtigeren inneren Kräften die Erschütterung der Erdoberfläche zuzuschreiben. Es giebt Gruppen von Erscheinungen, deren Existenz es nur darum nützlich ist hervorzuheben, um die Allgemeinheit des Einflusses der Attraction von Sonne und Mond auf das äußere und innere Leben der Erde zu bezeichnen, so wenig wir auch die Größe eines solchen Einflusses numerisch zu bestimmen vermögen.

Nach ziemlich übereinstimmenden Erfahrungen in den

arteſiſchen Brunnen nimmt in der oberen Erdrinde die Wärme im Durchſchnitt mit einer ſenkrechten Tiefe von je 92 Pariſer Fuß um 1° des hunderttheiligen Thermometers zu. Befolgte dieſe Zunahme ein arithmetiſches Verhältniß, ſo würde demnach, wie ich bereits oben[8] angegeben, eine Granitſchicht in der Tiefe von $5^{2}/_{10}$ geographiſchen Meilen (vier- bis fünfmal gleich dem höchſten Gipfel des Himalaya-Gebirges) geſchmolzen ſein.

In dem Erdkörper ſind dreierlei Bewegungen der Wärme zu unterſcheiden. Die erſte iſt periodiſch und verändert die Temperatur der Erdſchichten, indem nach Verſchiedenheit des Sonnenſtandes und der Jahreszeiten die Wärme von oben nach unten eindringt, oder auf demſelben Wege von unten nach oben ausſtrömt. Die zweite Art der Bewegung iſt ebenfalls eine Wirkung der Sonne und von außerordentlicher Langſamkeit. Ein Theil der Wärme, die in den Aequatorial-Gegenden eingedrungen iſt, bewegt ſich nämlich in dem Inneren der Erdrinde gegen die Pole hin, und ergießt ſich an den Polen in den Luftkreis und den fernen Weltraum. Die dritte Art der Bewegung iſt die langſamſte von allen; ſie beſteht in der ſeculären Erkaltung des Erdkörpers, in dem Wenigen, was jetzt noch von der primitiven Wärme des Planeten an die Oberfläche abgegeben wird. Dieſer Verluſt, den die Centralwärme erleidet, iſt in der Epoche der älteſten Erdrevolutionen ſehr beträchtlich geweſen, ſeit den hiſtoriſchen Zeiten aber wird er für unſere Inſtrumente kaum meßbar. Die Oberfläche der Erde befindet ſich demnach zwiſchen der Glühhitze der unteren Schichten und dem Weltraume, deſſen Temperatur wahrſcheinlich unter dem Gefrierpunkt des Queckſilbers iſt.

Die periodiſchen Veränderungen der Temperatur, welche

an der Oberfläche der Sonnenstand und die meteorologischen Processe hervorrufen, pflanzen sich im Inneren der Erde aber nur bis zu sehr geringen Tiefen fort. Diese Langsamkeit der Wärmeleitung des Bodens schwächt auch im Winter den Wärmeverlust und wird tiefwurzelnden Bäumen günstig. Punkte, welche in verschiedenen Tiefen in einer Verticallinie liegen, erreichen zu sehr verschiedenen Zeiten das Maximum und Minimum der mitgetheilten Temperatur. Je mehr sie sich von der Oberfläche entfernen, desto geringer sind die Unterschiede dieser Extreme. In unseren Breiten der gemäßigten Zone (Br. 48^0—52^0) liegt die Schicht invariabler Temperatur in 55—60 Fuß Tiefe; schon in der Hälfte dieser Tiefe erreichen die Oscillationen des Thermometers durch Einfluß der Jahreszeiten kaum noch einen halben Grad. Dagegen wird in dem Tropen-Klima die invariable Schicht schon einen Fuß tief unter der Oberfläche gefunden, und diese Thatsache ist von Boussingault auf eine scharfsinnige Weise zu einer bequemen und, wie er glaubt, sicheren Bestimmung der mittleren Luft-Temperatur des Ortes benutzt worden[9]. Diese mittlere Luft-Temperatur an einem bestimmten Punkte oder in einer Gruppe nahe gelegener Punkte der Oberfläche ist gewissermaßen das Grundelement der klimatischen und Cultur-Verhältnisse einer Gegend; aber die mittlere Temperatur der ganzen Oberfläche ist von der des Erdkörpers selbst sehr verschieden. Die so oft angeregte Frage, ob jene im Lauf der Jahrhunderte beträchtliche Veränderungen erlitten, ob das Klima eines Landes sich verschlechtert hat, ob nicht etwa gleichzeitig die Winter milder und die Sommer kälter geworden sind, kann nur durch das Thermometer entschieden werden; und die Erfindung dieses

Instruments ist kaum drittehalbhundert Jahre, seine verständige Anwendung kaum 120 Jahre alt. Die Natur und Neuheit des Mittels setzt also hier den Forschungen über die Luft-Temperatur sehr enge Grenzen. Ganz anders ist die Lösung des größeren Problems der inneren Wärme des ganzen Erdkörpers. Wie man aus der unveränderten Schwingungsdauer eines Pendels auf die bewahrte Gleichheit seiner Temperatur schließen kann, so belehrt uns die unveränderte Umdrehungs-Geschwindigkeit der Erde über das Maaß der Stabilität ihrer mittleren Temperatur. Diese Einsicht in das Verhältniß der Tageslänge zur Wärme gehört zu den glänzendsten Anwendungen einer langen Kenntniß der Himmelsbewegungen auf den thermischen Zustand unsres Planeten. Die Umdrehungs-Geschwindigkeit der Erde hängt nämlich von ihrem Volum ab. So wie in der durch Strahlung allmälig erkaltenden Masse die Rotations-Achse kürzer würde, müßten mit Abnahme der Temperatur die Umdrehungs-Geschwindigkeit vermehrt und die Tageslänge vermindert werden. Nun ergiebt die Vergleichung der seculären Ungleichheiten in den Bewegungen des Mondes mit den in älteren Zeiten beobachteten Finsternissen, daß seit Hipparchs Zeiten, also seit vollen 2000 Jahren, die Länge des Tages gewiß nicht um den hundertsten Theil einer Secunde abgenommen hat. Es ist demnach innerhalb der äußersten[10] Grenze dieser Abnahme die mittlere Wärme des Erdkörpers seit 2000 Jahren nicht um $^1/_{170}$ eines Grades verändert worden.

Diese Unveränderlichkeit der Form setzt auch eine große Unveränderlichkeit in der Vertheilung der Dichtigkeits-Verhältnisse im Inneren des Erdkörpers voraus. Die trans-

latoriſchen Bewegungen, welche die Ausbrüche der jetzigen Vulkane, das Hervorbringen eiſenhaltiger Laven, das Ausfüllen vorher leerer Spalten und Höhlungen mit dichten Steinmaſſen verurſachen, ſind demnach nur als kleine Oberflächen-Phänomene, als Ereigniſſe eines Theiles der Erdrinde zu betrachten, welcher der Dimenſion nach gegen die Größe des Erdhalbmeſſers verſchwindet.

Die innere Wärme des Planeten habe ich in ihrer Urſach und Vertheilung faſt ausſchließlich nach dem Reſultate der ſchönen Unterſuchungen Fourier's geſchildert. Poiſſon bezweifelt die ununterbrochene Zunahme der Erdwärme von der Oberfläche der Erde zum Centrum. Er glaubt, daß alle Wärme von außen nach innen eingedrungen iſt, und daß die Temperatur des Erdkörpers abhängig iſt von der ſehr hohen oder ſehr niedrigen Temperatur der Welträume, durch welche ſich das Sonnenſyſtem bewegt hat. Dieſe Hypotheſe, von einem der tiefſinnigſten Mathematiker unſerer Zeit erſonnen, hat faſt nur ihn, wenig die Phyſiker und Geognoſten befriedigt. Was aber auch die Urſache der inneren Wärme unſers Planeten und der begrenzten oder unbegrenzten Zunahme in den tieferen Schichten ſein mag, immer führt ſie uns in dieſem Entwurfe eines allgemeinen Naturgemäldes, durch den inneren Zuſammenhang aller primitiven Erſcheinungen der Materie, durch das gemeinſame Band, welches die Molecular-Kräfte umſchlingt, in das dunkle Gebiet des Magnetismus. Temperatur-Veränderungen bringen magnetiſche und electriſche Ströme hervor. Der telluriſche Magnetismus, deſſen Hauptcharakter in der dreifachen Aeußerung ſeiner Kräfte eine ununterbrochene periodiſche Veränderlichkeit iſt, wird entweder der ganzen ungleich

erwärmten Erdmasse selbst[11], oder jenen galvanischen Strömen zugeschrieben, die wir als Electricität in Bewegung, als Electricität in einem in sich selbst zurückkehrenden Kreislaufe betrachten[12]. Der geheimnißvolle Gang der Magnetnadel ist von der Zeit und dem Raume, von dem Sonnenlaufe und der Veränderung des Orts auf der Erdoberfläche gleichmäßig bedingt. Man erkennt an der Nadel, wie an den Schwankungen des Barometers zwischen den Wendekreisen, die Stunde des Tages. Sie wird durch das ferne Nordlicht, durch die Himmelsgluth, welche an einem der Pole farbig ausstrahlt, urplötzlich, doch nur vorübergehend, afficirt. Wenn die ruhige stündliche Bewegung der Nadel durch ein magnetisches Ungewitter gestört ist, so offenbart sich die Perturbation oftmals über Meer und Land, auf Hunderte und Tausende von Meilen im strengsten Sinne des Worts gleichzeitig, oder sie pflanzt sich in kurzen Zeiträumen allmälig in jeglicher Richtung über die Oberfläche der Erde fort[13]. Im ersteren Falle könnte die Gleichzeitigkeit des Ungewitters, wie Jupiterstrabanten, Feuersignale und wohl beachtete Sternschnuppen, innerhalb gewisser Grenzen zur geographischen Längenbestimmung dienen. Man erkennt mit Verwunderung, daß die Zuckungen zweier kleinen Magnetnadeln, und wären sie tief in unterirdischen Räumen aufgehangen, die Entfernung messen, welche sie von einander trennt; daß sie lehren, wie weit Kasan östlich von Göttingen oder von den Ufern der Seine liegt. Es giebt auch Gegenden der Erde, wo der Seefahrer, seit vielen Tagen in Nebel gehüllt, ohne Sonne und Sterne, ohne alle Mittel der Zeitbestimmung, durch die Neigungs-Veränderung der Nadel mit Sicherheit wissen kann, ob er sich

nördlich oder südlich von einem Hafen befindet [14], in den er einlaufen soll.

Wenn die plötzlich in ihrem stündlichen Gange gestörte Nadel das Dasein eines magnetischen Ungewitters verkündigt, so bleibt der Sitz der Perturbations-Ursach, ob sie in der Erdrinde selbst oder im oberen Luftkreise zu suchen sei, leider! für uns noch unentschieden. Betrachten wir die Erde als einen wirklichen Magnet, so sind wir genöthigt, nach dem Ausspruch des tiefsinnigen Gründers einer allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus, Friedrich Gauß, durchschnittlich wenigstens jedem Theile der Erde, der ein Achtel Cubikmeter, d. i. $3^7/_{10}$ Cubikfuß, groß ist, eine eben so starke Magnetisirung beizulegen, als ein einpfündiger Magnetstab enthält [15]. Wenn Eisen und Nickel, wahrscheinlich auch Kobalt (nicht Chrom [16], wie man lange geglaubt hat), die alleinigen Substanzen sind, welche dauernd magnetisch werden und die Polarität durch eine gewisse Coercitivkraft zurückhalten, so beweisen dagegen die Erscheinungen von Arago's Rotations-Magnetismus und Faraday's inducirten Strömen, daß wahrscheinlich alle tellurischen Stoffe vorübergehend sich magnetisch verhalten können. Nach den Versuchen des ersteren der eben genannten großen Physiker wirken auf die Schwingungen einer Nadel Wasser, Eis [17], Glas und Kohle ganz wie Queckſilber in den Rotations-Versuchen. Fast alle Stoffe zeigen sich in einem gewissen Grade magnetisch, wenn sie leitend sind, d. h. von der Electricität durchströmt werden.

So uralt auch bei den westlichen Völkern die Kenntniß der Ziehkraft natürlicher Eisen-Magnete zu sein scheint, so war doch (und diese historisch sehr fest begründete

Thatsache ist auffallend genug) die Kenntniß der Richtkraft einer Magnetnadel, ihre Beziehung auf den Erdmagnetismus nur dem äußersten Osten von Asien, den Chinesen, eigenthümlich. Tausend und mehr Jahre vor unserer Zeitrechnung, zu der dunklen Epoche des Kodros und der Rückkehr der Herakliden nach dem Peloponnes hatten die Chinesen schon magnetische Wagen, auf denen der bewegliche Arm einer Menschengestalt unausgesetzt nach Süden wies, um sicher den Landweg durch die unermeßlichen Grasebenen der Tartarei zu finden; ja im dritten Jahrhundert nach unserer Zeitrechnung, also wenigstens 700 Jahre vor der Einführung des Schiffscompasses in den europäischen Meeren, segelten schon chinesische Fahrzeuge in dem indischen Ocean[18] nach magnetischer Süd-Weisung. Ich habe in einem anderen Werke gezeigt, welche Vorzüge[19] dieses Mittel topographischer Orientirung, diese frühe Kenntniß und Anwendung der dem Westen unbekannten Magnetnadel den chinesischen Geographen vor den griechischen und römischen gegeben hat, denen z. B. die wahre Richtung der Apenninen und Pyrenäen stets unbekannt blieb.

Die magnetische Kraft unsres Planeten offenbart sich an seiner Oberfläche in drei Classen von Erscheinungen, deren eine die veränderliche Intensität der Kraft, zwei andere die veränderliche Richtung in der Neigung und in der horizontalen Abweichung vom terrestrischen Meridiane des Orts darbieten. Die Gesammtwirkung nach außen wird also graphisch durch drei Systeme von Linien bezeichnet, die der isodynamischen, isoklinischen und isogonischen (gleicher Kraft, gleicher Neigung und gleicher Abweichung). Der Abstand und die relative Lage

dieſer ſtets bewegten, oſcillirend fortſchreitenden Curven bleiben nicht immer dieſelben. Die totale Abweichung (Variation oder Declination der Magnetnadel) verändert ſich an gewiſſen Punkten[20] der Erde, z. B. in dem weſtlichen Theil der Antillen und in Spitzbergen, in einem ganzen Jahrhundert gar nicht oder auf eine bisher kaum bemerkbare Weiſe. Eben ſo zeigt ſich, daß die iſogoniſchen Curven, wenn ſie in ihrer ſeculären Bewegung von der Oberfläche des Meers auf einen Continent oder eine Inſel von beträchtlichem Umfange gerathen, lange auf denſelben verweilen und dann im Fortſchreiten ſich krümmen.

Dieſe allmälige Umwandlung der Geſtaltungen, welche die Translation begleiten und die Gebiete der öſtlichen und weſtlichen Abweichung im Laufe der Zeiten ſo ungleich erweitern, macht es ſchwer, in den graphiſchen Darſtellungen, welche verſchiedenen Jahrhunderten angehören, die Uebergänge und Analogie der Formen aufzufinden. Jeder Zweig einer Curve hat ſeine Geſchichte; aber dieſe Geſchichte ſteigt bei den weſtlichen Völkern nirgends höher hinauf, als bis zu der denkwürdigen Epoche (13 Sept. 1492), wo der Wieder-Entdecker der Neuen Welt 3° weſtlich vom Meridian der azoriſchen Inſel Flores eine Linie ohne Abweichung erkannte[21]. Ganz Europa hat jetzt, einen kleinen Theil von Rußland abgerechnet, eine weſtliche Abweichung, während daß am Ende des 17ten Jahrhunderts, erſt in London 1657 und dann 1669 in Paris (alſo trotz der kleinen Entfernung mit einem Unterſchiede von 12 Jahren), die Nadel gerade nach dem Nordpol wies. Im öſtlichen Rußland, im Oſten von dem Ausfluß der Wolga, von Saratow, Niſchni-Nowgorod und Archangelſk, bringt von Aſien her die öſtliche Abweichung zu

uns ein. In dem weit ausgedehnten Gebiete des nördlichen Asiens haben uns zwei vortreffliche Beobachter, Hansteen und Adolph Erman, die wunderbare doppelte Krümmung der Abweichungslinien kennen gelehrt: concav gegen den Pol gerichtet zwischen Obdorsk am Obi und Turuchansk, convex zwischen dem Baikal-See und dem Ochotskischen Meerbusen. In diesem letzteren Theile der Erde, im nordöstlichen Asien, zwischen dem Werchojansker Gebirge, Jakutsk und dem nördlichen Korea, bilden die isogonischen Linien ein merkwürdiges in sich *geschlossenes* System. Diese *eiförmige* Gestaltung[22] wiederholt sich regelmäßiger und in einem größeren Umfange in der Südsee, fast im Meridian von Pitcairn und der Inselgruppe der Marquesas, zwischen 20° nördlicher und 45° südlicher Breite. Man könnte geneigt sein, eine so sonderbare Configuration in sich geschlossener, fast concentrischer Abweichungslinien für die Wirkung einer Localbeschaffenheit des Erdkörpers zu halten; sollten aber auch diese isolirt scheinenden Systeme sich in dem Lauf der Jahrhunderte fortbewegen, so muß man hier, wie bei allen großen Naturkräften, auf eine allgemeinere Ursach der Erscheinung schließen.

Die stündlichen Veränderungen der Abweichung, von der wahren Zeit abhängig, scheinbar von der Sonne beherrscht, so lange sie über dem Horizonte eines Orts ist, nehmen mit der magnetischen Breite in ihrem angularen Werthe ab. Nahe am Aequator, z. B. in der Insel Rawak, sind sie kaum drei bis vier Minuten, wenn sie im mittleren Europa 13 bis 14 Minuten betragen. Da nun in der ganzen nördlichen Hemisphäre das Nordende der Nadel im Durchschnitt von 8½ Uhr Morgens bis 1½

Uhr Mittags von Oſt gen Weſt, und in derſelben Zeit in der ſüdlichen Hemiſphäre daſſelbe Nordende von Weſt gen Oſt fortſchreitet; ſo hat man neuerlichſt mit Recht darauf aufmerkſam gemacht[23], daß es eine Region der Erde, wahrſcheinlich zwiſchen dem terreſtriſchen und magnetiſchen Aequator, geben muß, in welcher keine ſtündliche Veränderung der Abweichung zu bemerken iſt. Dieſe vierte Curve, die der Nicht-Bewegung oder vielmehr Nicht-Veränderung der ſtündlichen Abweichung, iſt bis jetzt noch nicht aufgefunden worden.

Wie man magnetiſche Pole die Punkte der Erdoberfläche nennt, wo die horizontale Kraft verſchwindet, und dieſen Punkten mehr Wichtigkeit zuſchreibt, als ihnen eigentlich zukommt[24], ſo wird der magnetiſche Aequator diejenige Curve genannt, auf welcher die Neigung der Nadel null iſt. Die Lage dieſer Linie und ihre ſeculäre Geſtaltveränderung iſt in neueren Zeiten ein Gegenſtand ſorgfältiger Unterſuchung geweſen. Nach der vortrefflichen Arbeit Duperrey's[25], welcher den magnetiſchen Aequator zwiſchen den Jahren 1822 und 1825 ſechsmal berührt hat, ſind die Knoten der beiden Aequatoren, die zwei Punkte, in denen die Linie ohne Neigung den terreſtriſchen Aequator ſchneidet und demnach aus einer Hemiſphäre in die andere übergeht, ſo ungleich vertheilt, daß im Jahr 1825 der Knoten bei der Inſel St. Thomas an der Weſtküſte von Afrika $188^0\frac{1}{2}$ von dem Knoten in der Südſee bei den kleinen Gilberts-Inſeln (faſt in dem Meridian der Viti-Gruppe) auf dem kürzeſten Wege entfernt lag. Ich habe am Anfang dieſes Jahrhunderts auf einer Höhe von 11200 Fuß über dem Meere den Punkt (7^0 1′ ſüdl. Br.

und 48° 40′ westl. L.) astronomisch bestimmen können, wo im Inneren des Neuen Continents die Andeskette zwischen Quito und Lima von dem magnetischen Aequator durchkreuzt wird. Von da in Westen verweilt dieser fast durch die ganze Südsee, dem terrestrischen Aequator sich langsam nähernd, in der südlichen Halbkugel. Er geht erst in die nördliche Halbkugel über kurz vor dem indischen Archipelagus, berührt nur die Südspitzen von Asien, und tritt in das afrikanische Festland ein westlich von Socotora, fast in der Meerenge von Bab-el-Mandeb, wo er sich dann am meisten von dem terrestrischen Aequator entfernt. Das unbekannte Land von Inner-Afrika durchschneidend in der Richtung nach Südwest, kehrt der magnetische Aequator in dem Golf von Guinea in die südliche Tropen-Zone zurück, und entfernt sich vom terrestrischen Aequator so sehr, daß er die brasilianische Küste bei Os Ilheos nördlich von Porto Seguro in 15° südl. Breite berührt. Von da an bis zu der Hochebene der Cordilleren, zwischen den Silbergruben von Micuipampa und dem alten Inca-Sitze von Caramarca, wo ich die Inclination beobachten konnte, durchläuft er ganz Südamerika, das für jetzt unter diesen südlichen Breiten eine magnetische Terra incognita, wie das Innere von Afrika, ist.

Neue von Sabine [26] gesammelte Beobachtungen haben uns gelehrt, daß der Knoten der Insel St. Thomas von 1825 bis 1837 bereits 4° von Osten gegen Westen gewandert ist. Es wäre ungemein wichtig zu wissen, ob der entgegengesetzte Pol der Gilberts-Inseln in der Südsee eben so viel gegen Westen sich dem Meridian der Carolinen genähert hat. Die hier gegebene allgemeine Uebersicht muß

genügen, um die verschiedenen Systeme nicht ganz paralleler isoklinischer Linien an die große Erscheinung des Gleichgewichts, welche sich im magnetischen Aequator offenbart, zu knüpfen. Für die Ergründung der Gesetze des tellurischen Magnetismus ist es kein geringer Vorzug, daß der magnetische Aequator, dessen oscillirender Gestaltenwechsel und dessen Knotenbewegung, mittelst der veränderten magnetischen Breiten, einen Einfluß [27] auf die Neigung der Nadel in den fernsten Weltgegenden ausüben, in seiner ganzen Länge, bis auf $\frac{1}{5}$, oceanisch und daher, durch ein merkwürdiges Raumverhältniß zwischen Meer und Land, um so zugänglicher wird, als man gegenwärtig im Besitz von Mitteln ist, beides, Abweichung und Inclination, während der Schifffahrt mit vieler Genauigkeit zu bestimmen.

Wir haben die Vertheilung des Magnetismus auf der Oberfläche unsers Planeten nach den zwei Formen der Abweichung und der Neigung geschildert. Es bleibt uns die dritte Form, die der Intensität der Kraft, übrig, welche graphisch durch isodynamische Curven (Linien gleicher Intensität) ausgedrückt wird. Die Ergründung und Messung dieser Kraft durch Schwingung einer verticalen oder horizontalen Nadel hat erst seit dem Anfange des neunzehnten Jahrhunderts in ihren tellurischen Beziehungen ein allgemeines und lebhaftes Interesse erregt. Die Messung der horizontalen Kraft ist, besonders durch Anwendung feiner optischen und chronometrischen Hülfsmittel, eines Grades der Genauigkeit fähig geworden, welcher die aller anderen magnetischen Bestimmungen weit übertrifft. Wenn für die unmittelbare Anwendung auf Schifffahrt und Steuerung die isogonischen Linien die wichtigeren sind, so zeigen sich nach den

neueſten Anſichten die iſodynamiſchen, vornehmlich die, welche die Horizontal-Kraft bezeichnen, als diejenigen, welche der Theorie des Erdmagnetismus[28] die fruchtbringendſten Elemente darbieten. Am früheſten iſt durch Beobachtung die Thatſache erkannt[29] worden, daß die Intenſität der Totalkraft vom Aequator gegen die Pole hin zunimmt.

Die Kenntniß des Maaßes dieſer Zunahme und die Ergründung aller numeriſchen, den ganzen Erdkörper umfaſſenden Verhältniſſe des Intenſitätsgeſetzes verdankt man beſonders ſeit dem Jahre 1819 der raſtloſen Thätigkeit von Edward Sabine, welcher, nachdem er am amerikaniſchen Nordpol, in Grönland, in Spitzbergen, an den Küſten von Guinea und in Braſilien dieſelben Nadeln hat ſchwingen laſſen, fortwährend alles ſammelt und ordnet, was die Richtung der iſodynamiſchen Linien aufklären kann. Den erſten Entwurf eines iſodynamiſchen Syſtems, in Zonen getheilt, habe ich ſelbſt für einen kleinen Theil von Südamerika geliefert. Es ſind dieſe Linien nicht den Linien gleicher Neigung parallel; die Intenſität der Kraft iſt nicht, wie man anfangs geglaubt hat, am ſchwächſten auf dem magnetiſchen Aequator, ſie iſt nicht einmal gleich auf allen Theilen deſſelben. Wenn man Erman's Beobachtungen im ſüdlichen Theile des atlantiſchen Oceans, wo eine ſchwächende Zone ſich von Angola über die Inſel St. Helena bis an die braſilianiſche Küſte (0,706) hinzieht, mit den neueſten Beobachtungen des großen Seefahrers James Clark Roß vergleicht, ſo findet man, daß an der Oberfläche unſres Planeten die Kraft gegen den magnetiſchen Südpol hin, da wo das Victoria-Land ſich vom Cap Crozier gegen den 11600 Fuß hohen, aus dem Eiſe

aufſteigenden Vulkan Erebus verlängert, faſt im Verhältniß wie 1 zu 3 zunimmt [30]. Wenn die Intenſität nahe bei dem magnetiſchen Südpol durch 2,052 ausgedrückt wird (man nimmt noch immer zur Einheit die Intenſität, welche ich auf dem magnetiſchen Aequator im nördlichen Peru gefunden), ſo fand ſie Sabine dem magnetiſchen Nordpol nahe in Melville's Inſel (Br. 74° 27′ N.) nur 1,624, während ſie in den Vereinigten Staaten bei Neu-York (alſo faſt unter Einer Breite mit Neapel) 1,803 iſt.

Durch die glänzenden Entdeckungen von Oerſted, Arago und Faraday iſt die electriſche Ladung des Luftkreiſes der magnetiſchen Ladung des Erdkörpers näher gerückt. Wenn durch Oerſted aufgefunden worden iſt, daß die Electricität in der Umgebung des ſie fortleitenden Körpers Magnetismus erregt, ſo werden dagegen in Faraday's Verſuchen durch den freigewordenen Magnetismus electriſche Strömungen hervorgerufen. Magnetismus iſt eine der vielfachen Formen, unter denen ſich die Electricität offenbart. Die uralte dunkle Ahndung von der Identität der electriſchen und magnetiſchen Anziehung iſt in unſerer Zeit in Erfüllung gegangen. „Wenn das Electrum (der Bernſtein)", ſagt Plinius [31] im Sinne der joniſchen Naturphiloſophie des Thales, „durch Reibung und Wärme beſeelt wird, ſo zieht es Baſt und dürre Blätter an, ganz wie der Magnetſtein das Eiſen." Dieſelben Worte finden wir in der Litteratur eines Volks, das den öſtlichſten Theil von Aſien bewohnt, bei dem chineſiſchen Phyſiker Kuopho in der Lobrede des Magneten [32]. Nicht ohne Ueberraſchung bemerkte ich auch an den waldigen Ufern des Orinoco, bei den Kinderſpielen der Wilden, unter Volksſtämmen, welche auf

der unterſten Stufe der Roheit ſtehen, daß ihnen die Erregung der Electricität durch Reibung bekannt iſt. Knaben rieben die trocknen, platten und glänzenden Saamen eines rankenden Schotengewächſes (wahrſcheinlich einer Negretia) ſo lange, bis ſie Faſern von Baumwolle und Bambusrohr anzogen. Was die nackten kupferbraunen Eingebornen ergötzt, iſt geeignet, einen tiefen und ernſten Eindruck zu hinterlaſſen. Welche Kluft trennt nicht das electriſche Spiel jener Wilden von der Erfindung eines gewitterentladenden metalliſchen Leiters, einer viele Stoffe chemiſch zerſetzenden Säule, eines lichterzeugenden magnetiſchen Apparats! In ſolcher Kluft liegen Jahrtauſende der geiſtigen Entwickelungsgeſchichte der Menſchheit vergraben!

Der ewige Wechſel, die oſcillatoriſche Bewegung, welche man in allen magnetiſchen Erſcheinungen, denen der Neigung, der Abweichung, und der Intenſität der Kräfte, wahrnimmt: nach den Stunden des Tages und auch der Nacht, nach den Jahreszeiten und dem Verlauf der ganzen Jahre; läßt ſehr verſchiedenartige partielle Syſteme von electriſchen Strömen in der Erdrinde vermuthen. Sind dieſe Strömungen, wie in Seebeck's Verſuchen, thermo-magnetiſch unmittelbar durch ungleiche Vertheilung der Wärme erregt? oder ſoll man ſie nicht vielmehr als durch den Stand der Sonne, durch die Sonnenwärme inducirt [33] betrachten? Hat die Rotation des Planeten und das Moment der Geſchwindigkeit, welches die einzelnen Zonen nach ihrem Abſtande vom Aequator erlangen, Einfluß auf die Vertheilung des Magnetismus? Soll man den Sitz der Strömungen, d. i. der bewegten Electricität, in dem Luftkreiſe, in den interplanetaren Räumen oder in der Polarität der Sonne und des

Mondes suchen? Schon Galilei war in seinem berühmten Dialogo geneigt, die parallele Richtung der Erdachse einem magnetischen Anziehungspunkte im Weltraume zuzuschreiben.

Wenn man sich das Innere des Erdkörpers als geschmolzen und einen ungeheuren Druck erleidend, als zu einer Temperatur erhoben denkt, für die wir kein Maaß haben, so muß man wohl auf einen magnetischen Kern der Erde verzichten. Allerdings geht erst bei der Weißglühhitze aller Magnetismus verloren[84]; er äußert sich noch, wenn das Eisen dunkelrothglühend ist; und so verschieden auch die Modificationen sein mögen, welche der Molecular-Zustand und die davon abhängige Coercitivkraft der Stoffe in den Versuchen erzeugen, so bleibt immer noch eine beträchtliche Dicke der Erdschicht über, die man als Sitz der magnetischen Ströme annehmen möchte. Was die alte Erklärung der stündlichen Variationen der Abweichung durch die progressive Erwärmung der Erde im scheinbaren Sonnenlauf von Osten nach Westen anbetrifft, so muß man sich dabei freilich auf die äußerste Oberfläche beschränken: da die in den Erdboden eingesenkten, jetzt an so vielen Orten genau beobachteten Thermometer zeigen, wie langsam die Sonnenwärme selbst auf die geringe Tiefe von einigen Fußen eindringt. Dazu ist der thermische Zustand der Meeresfläche, welche $^2/_3$ des Planeten bedeckt, solchen Erklärungen wenig günstig; wenn von unmittelbarer Einwirkung die Rede ist, nicht von Induction aus der Luft- und Dunsthülle des Planeten.

Auf alle Fragen nach den letzten physischen Ursachen so complicirter Erscheinungen ist in dem jetzigen Zustande

unſers Wiſſens bisher keine befriedigende Antwort zu geben. Nur was in den dreifachen Manifeſtationen der Erdkraft ſich als meßbare Verhältniſſe des Raums und der Zeit, als das Geſetzmäßige im Veränderlichen darbietet, hat durch Beſtimmung numeriſcher Mittelwerthe neuerdings die glänzendſten Fortſchritte gemacht. Von Toronto in Ober-Canada an bis zum Vorgebirge der guten Hoffnung und zu Van Diemens Land, von Paris bis Peking iſt die Erde ſeit dem Jahre 1828 mit magnetiſchen Warten [35] bedeckt worden, in denen ununterbrochen durch gleichzeitige Beobachtungen jede regelmäßige oder unregelmäßige Regung der Erdkraft erſpähet wird. Man mißt eine Abnahme von $\frac{1}{40000}$ der magnetiſchen Intenſität, man beobachtet zu gewiſſen Epochen 24 Stunden lang alle $2\frac{1}{2}$ Minuten. Ein großer engliſcher Aſtronom und Phyſiker hat berechnet [36], daß die Maſſe der Beobachtungen, welche zu discutiren ſind, in drei Jahren auf 1958000 anwachſen wird. Nie iſt eine ſo großartige, ſo erfreuliche Anſtrengung gezeigt worden, um das Quantitative der Geſetze in einer Naturerſcheinung zu ergründen. Man darf daher wohl mit Recht hoffen, daß dieſe Geſetze, mit denen verglichen, welche im Luftkreiſe und in noch ferneren Räumen walten, uns allmälig dem Genetiſchen der magnetiſchen Erſcheinungen ſelbſt näher führen werden. Bis jetzt können wir uns nur rühmen, daß eine größere Zahl möglicher, zur Erklärung führender Wege eröffnet worden ſind. In der phyſiſchen Lehre vom Erdmagnetismus, welche mit der rein mathematiſchen nicht verwechſelt werden darf, finden ſich, wie in der Lehre von den meteorologiſchen Proceſſen des Luftkreiſes, diejenigen vollkommen befriedigt, die in

den Erscheinungen bequem alles Factische wegläugnen, was sie nicht nach ihren Ansichten erklären können.

Der tellurische Magnetismus, die electro-dynamischen, von dem geistreichen Ampère[37] gemessenen Kräfte, stehen gleichzeitig in innigem Verkehr mit dem Erd- oder Polar-Lichte, wie mit der inneren und äußeren Wärme des Planeten, dessen Magnet-Pole als Kälte-Pole[38] betrachtet werden. Wenn Halley[39] vor 128 Jahren nur als eine gewagte Vermuthung aussprach, daß das Nordlicht eine magnetische Erscheinung sei, so hat Faraday's glänzende Entdeckung (Lichtentwickelung durch magnetische Kräfte) jene Vermuthung zu einer empirischen Gewißheit erhoben. Es giebt Vorboten des Nordlichtes. Bereits am Morgen vor der nächtlichen Lichterscheinung verkündigt gewöhnlich der unregelmäßige stündliche Gang der Magnetnadel eine Störung des Gleichgewichts in der Vertheilung des Erdmagnetismus. Wenn diese Störung eine große Stärke erreicht, so wird das Gleichgewicht der Vertheilung durch eine von Lichtentwickelung begleitete Entladung wiederhergestellt. „Das Nordlicht[40] selbst ist dann nicht als eine äußere Ursache der Störung anzusehen, sondern vielmehr als eine bis zum leuchtenden Phänomen gesteigerte tellurische Thätigkeit, deren eine Seite jenes Leuchten, die andere die Schwingungen der Nadel sind." Die prachtvolle Erscheinung des farbigen Polarlichtes ist der Act der Entladung, das Ende eines magnetischen Ungewitters, wie in dem electrischen Ungewitter ebenfalls eine Lichtentwickelung, der Blitz, die Wiederherstellung des gestörten Gleichgewichts in der Vertheilung der Electricität bezeichnet. Das electrische Ungewitter ist gewöhnlich auf

einen kleinen Raum eingeſchränkt, und außerhalb deſſelben bleibt der Zuſtand der Luftelectricität ungeändert. Das magnetiſche Ungewitter dagegen offenbart ſeine Wirkung auf den Gang der Nadel über große Theile der Continente; wie Arago zuerſt entdeckt hat, fern von dem Orte, wo die Lichtentwickelung ſichtbar wird. Es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß, wie bei ſchwer geladenem, drohendem Gewölke und bei oftmaligem Uebergehen der Luftelectricität in einen entgegengeſetzten Zuſtand es doch nicht immer zur Entladung in Blitzen kommt; ſo auch magnetiſche Ungewitter große Störungen des ſtündlichen Ganges der Nadel in weitem Umkreiſe hervorrufen können, ohne daß das Gleichgewicht der Vertheilung nothwendig durch Exploſion, durch leuchtendes Ueberſtrömen von einem Pol zum Aequator oder gar von Pol zu Pol erneuert werden müſſe.

Wenn man alle Einzelheiten der Erſcheinung in ein Bild zuſammenfaſſen will, ſo ſind die Entſtehung und der Verlauf eines ſich ganz ausbildenden Nordlichtes alſo zu bezeichnen. Tief am Horizont, ungefähr in der Gegend, wo dieſer vom magnetiſchen Meridian durchſchnitten wird, ſchwärzt ſich der vorher heitere Himmel. Es bildet ſich wie eine dicke Nebelwand, die allmälig aufſteigt und eine Höhe von 8 bis 10 Graden erreicht. Die Farbe des dunklen Segments geht ins Braune oder Violette über. Sterne ſind ſichtbar in dieſer, wie durch einen dichten Rauch verfinſterten Himmelsgegend. Ein breiter, aber hellleuchtender Lichtbogen, erſt weiß, dann gelb, begrenzt das dunkle Segment; da aber der glänzende Bogen ſpäter entſteht, als das rauchgraue Segment, ſo kann man nach Argelander letzteres nicht [41] einem bloßen Contraſte mit dem helleren Lichtſaume

zuschreiben. Der höchste Punkt des Lichtbogens ist, wo er genau gemessen [42] worden ist, gewöhnlich nicht ganz im magnetischen Meridian, sondern 5^0—18^0 abweichend nach der Seite, wohin die Magnet-Declination des Orts sich richtet. Im hohen Norden, dem Magnetpole sehr nahe, erscheint das rauchähnliche Kugelsegment weniger dunkel, bisweilen gar nicht. Dort auch, wo die Horizontalkraft am schwächsten ist, sieht man die Mitte des Lichtbogens von dem magnetischen Meridian am weitesten entfernt.

Der Lichtbogen, in stetem Aufwallen und formveränderndem Schwanken, bleibt bisweilen Stunden lang stehen, ehe Strahlen und Strahlenbündel aus demselben hervorschießen und bis zum Zenith hinaufsteigen. Je intensiver die Entladungen des Nordlichts sind, desto lebhafter spielen die Farben vom Violetten und bläulich Weißen durch alle Abstufungen bis in das Grüne und Purpurrothe. Auch bei der gewöhnlichen, durch Reibung erregten Electricität ist der Funke erst dann gefärbt, wenn nach großer Spannung die Explosion sehr heftig ist. Die magnetischen Feuersäulen steigen bald aus dem Lichtbogen allein hervor, selbst mit schwarzen, einem dicken Rauche ähnlichen Strahlen gemengt; bald erheben sie sich gleichzeitig an vielen entgegengesetzten Punkten des Horizontes und vereinigen sich in ein zuckendes Flammenmeer, dessen Pracht keine Schilderung erreichen kann, da es in jedem Augenblick seinen leuchtenden Wellen andere und andere Gestaltungen giebt. Die Intensität dieses Lichts ist zu Zeiten so groß, daß Lowenörn (29 Jan. 1786) bei hellem Sonnenscheine Schwingungen des Polarlichtes erkannte. Die Bewegung vermehrt die Sichtbarkeit der Erscheinung. Um den Punkt des

Himmelsgewölbes, welcher der Richtung der Neigungs-Nadel entspricht, schaaren sich endlich die Strahlen zusammen und bilden die sogenannte Krone des Nordlichts. Sie umgiebt wie den Gipfel eines Himmelszeltes mit einem milderen Glanze und ohne Wallung im ausströmenden Lichte. Nur in seltenen Fällen gelangt die Erscheinung bis zur vollständigen Bildung der Krone; mit derselben hat sie aber stets ihr Ende erreicht. Die Strahlungen werden nun seltener, kürzer und farbenloser. Die Krone und alle Lichtbögen brechen auf. Bald sieht man am ganzen Himmelsgewölbe unregelmäßig zerstreut nur breite, blasse, fast aschgrau leuchtende, unbewegliche Flecke; auch sie verschwinden früher als die Spur des dunklen rauchartigen Segments, das noch tief am Horizonte steht. Es bleibt oft zuletzt von dem ganzen Schauspiel nur ein weißes, zartes Gewölk übrig, an den Rändern gefiedert oder in kleine rundliche Häufchen (als cirro-cumulus) mit gleichen Abständen getheilt.

Dieser Zusammenhang des Polarlichtes mit den feinsten Cirrus-Wölkchen verdient eine besondere Aufmerksamkeit, weil er uns die electro-magnetische Lichtentwickelung als Theil eines meteorologischen Processes zeigt. Der tellurische Magnetismus offenbart sich hier in seiner Wirkung auf den Dunstkreis, auf die Condensation der Wasserdämpfe. Was Thienemann, welcher die sogenannten Schäfchen für das Substrat des Nordlichts hält, in Island gesehen, ist in neueren Zeiten von Franklin und Richardson nahe am amerikanischen Nordpole, vom Admiral Wrangel an den sibirischen Küsten des Eismeeres bestätigt worden. Alle bemerkten, „daß das Nordlicht die lebhaftesten Strahlen

dann schoß, wenn in der hohen Luftregion Massen des Cirro-Stratus schwebten, und wenn diese so dünn waren, daß ihre Gegenwart nur durch die Entstehung eines Hofes um den Mond erkannt werden konnte". Die Wolken ordneten sich bisweilen schon bei Tage auf eine ähnliche Art als die Strahlen des Nordlichts, und beunruhigten dann wie diese die Magnetnadel. Nach einem großen nächtlichen Nordlichte erkannte man früh am Morgen dieselben an einander gereihten Wolkenstreifen, welche vorher leuchtend gewesen waren [43]. Die scheinbar convergirenden Polarzonen (Wolkenstreifen in der Richtung des magnetischen Meridians), welche mich auf meinen Reisen auf der Hochebene von Mexico wie im nördlichen Asien anhaltend beschäftigt haben, gehören wahrscheinlich zu derselben Gruppe der Tages-Erscheinungen [44].

Südlichter sind oft von dem scharfsinnigen und fleißigen Beobachter Dalton in England, Nordlichter in der südlichen Hemisphäre bis 45° Breite (14 Jan. 1831) gesehen worden. In nicht sehr seltenen Fällen ist das Gleichgewicht an beiden Polen gleichzeitig gestört. Ich habe bestimmt ergründet, daß bis in die Tropenregion, selbst in Mexico und Peru, Nord-Polarlichter gesehen worden sind. Man muß unterscheiden zwischen der Sphäre gleichzeitiger Sichtbarkeit der Erscheinung und der Erdzone, in welcher die Erscheinung fast jede Nacht gesehen wird. Jeder Beobachter sieht gewiß, wie seinen eigenen Regenbogen, so auch sein eigenes Polarlicht. Ein großer Theil der Erde erzeugt zugleich das ausströmende Lichtphänomen. Man kann viele Nächte angeben, in denen es in England und in Pennsylvanien, in Rom und in Peking gleichzeitig beobachtet

wurde. Wenn man behauptet, daß die Polarlichter mit der abnehmenden Breite abnehmen, so muß man die Breite als eine magnetische, durch den Abstand vom Magnetpole gemessene betrachten. In Island, in Grönland, in Terre Neuve, an den Ufern des Sklavensees oder zu Fort Enterprise in Nord-Canada entzünden sie sich zu gewissen Jahreszeiten fast jede Nacht und feiern, wie die Einwohner der Shetland-Inseln[45] es nennen, in zuckenden Strahlen den „lustigen Himmelstanz". Während in Italien das Nordlicht eine große Seltenheit ist, sieht man es wegen der südlichen Lage des amerikanischen Magnetpols überaus häufig in der Breite von Philadelphia (39° 57′). Aber auch in den Gegenden, welche in dem neuen Continent und an den sibirischen Küsten sich durch große Frequenz des Phänomens auszeichnen, giebt es so zu sagen besondere Nordlichtstriche, Längenzonen, in denen das Polarlicht vorzüglich[46] glänzend und prachtvoll ist. Oertliche Einflüsse sind also nicht zu verkennen. Wrangel sah den Glanz abnehmen, so wie er sich um Nischne-Kolymsk vom Littoral des Eismeers entfernte. Die auf der Nordpol-Expedition gesammelten Erfahrungen scheinen zu beweisen, daß ganz nahe um den Magnetpol die Lichtentbindung auf das wenigste um nichts stärker und häufiger, als in einiger Entfernung davon ist.

Was wir von der Höhe des Polarlichts wissen, gründet sich auf Messungen, die ihrer Natur nach wegen der beständigen Oscillation der Lichterscheinung und daraus entstehender Unsicherheit des parallactischen Winkels nicht viel Vertrauen einflößen können. Die erlangten Resultate schwanken, um nicht veralteter Angaben zu erwähnen,

zwiſchen einigen Meilen und einer Höhe von drei- bis viertauſend Fuß[47]. Es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß das Nordlicht zu verſchiedenen Zeiten eine ſehr verſchiedene Entfernung habe. Die neueſten Beobachter ſind geneigt, das Phänomen nicht an die Grenze der Atmoſphäre, ſondern in die Wolkenregion ſelbſt zu verſetzen; ſie glauben ſogar, daß die Nordlichtſtrahlen durch Winde und Luftſtrömungen bewegt werden können, wenn wirklich das Lichtphänomen, durch welches uns allein das Daſein einer electro-magnetiſchen Strömung bemerkbar wird, an materielle Gruppen beweglicher Dunſtbläschen gebunden iſt oder, beſſer zu ſagen, dieſelben durchdringt, von einem Bläschen zum anderen überſpringend. Franklin hat am Bärenſee ein ſtrahlendes Nordlicht geſehen, von dem er glaubte, daß es die untere Seite der Wolkenſchicht erleuchtete: während daß nur 4½ geogr. Meile davon Kendal, welcher die ganze Nacht über die Wache hatte und das Himmelsgewölbe keinen Augenblick aus den Augen verlor, gar keine Lichterſcheinung bemerkte. Das neuerdings mehrfach behauptete Niederſchießen von Nordlichtſtrahlen nahe zur Erde, zwiſchen dem Beobachter und einem nahen Hügel, bietet, wie beim Blitze und bei dem Fall von Feuerkugeln, eine vielfache Gefahr optiſcher Täuſchung dar.

Ob das magnetiſche Gewitter, von dem wir ſo eben ein merkwürdiges Beiſpiel großer örtlicher Beſchränktheit angegeben, mit dem electriſchen Gewitter außer dem Lichte auch das Geräuſch gemein habe, iſt überaus zweifelhaft geworden, da man nicht mehr unbedingt den Erzählungen der Grönlandfahrer und ſibiriſchen Fuchsjäger traut. Die Nordlichter ſind ſchweigſamer geworden, ſeitdem man

ſie genauer zu beobachten und zu belauſchen verſteht. Parry, Franklin und Richardſon am Nordpol, Thienemann in Island, Gieſeke in Grönland, Lottin und Bravais am Nordcap, Wrangel und Anjou an der Küſte des Eismeeres haben zuſammen an tauſend Nordlichter geſehen, und nie irgend ein Geräuſch vernommen. Will man dieſe negativen Zeugniſſe gegen zwei poſitive von Hearne an der Mündung des Kupferfluſſes und von Henderſon in Island nicht gelten laſſen, ſo muß man in Erinnerung bringen, daß Hood daſſelbe Geräuſch wie von ſchnell bewegten Flintenkugeln und von leiſem Krachen zwar während eines Nordlichts, aber dann auch am folgenden Tage ohne alles Nordlicht vernahm; man muß nicht vergeſſen, wie Wrangel und Gieſeke zur feſten Ueberzeugung gelangten, daß das gehörte Geräuſch dem Zuſammenziehen des Eiſes und der Schneekruſte, bei einer plötzlichen Erkaltung des Luftkreiſes, zuzuſchreiben ſei. Der Glaube an ein kniſterndes Geräuſch iſt nicht in dem Volke, ſondern bei gelehrten Reiſenden wohl deshalb entſtanden, weil man ſchon in früher Zeit, wegen des Leuchtens der Electricität in luftverdünnten Räumen, das Nordlicht für eine Wirkung atmoſphäriſcher Electricität erklärte, und hörte, was man zu hören wünſchte. Neue mit ſehr empfindlichen Electrometern angeſtellte Verſuche haben gegen alle Erwartung bisher nur negative Reſultate gegeben. Der Zuſtand der Luftelectricität ward während der ſtärkſten Nordlichter nicht verändert gefunden.

Dagegen werden alle drei Kraftäußerungen des telluriſchen Magnetismus, Abweichung, Inclination und Intenſität, zugleich von dem Polarlichte verändert. In einer

und derselben Nacht wirkt dasselbe auf das eine Ende der Nadel bald anziehend, bald abstoßend; in verschiedenen Stunden seiner Entwicklung. Die Behauptung, daß nach den von Parry in der Nähe des Magnetpols auf Melville's Insel gesammelten Thatsachen die Nordlichter die Magnetnadel nicht afficirten, sondern vielmehr als eine „beruhigende" Potenz wirkten, ist durch die genauere Untersuchung[48] von Parry's eigenem Reisejournale und durch die schönen Beobachtungen von Richardson, Hood und Franklin in Nord-Canada, wie zuletzt von Bravais und Lottin in Lapland hinlänglich widerlegt worden. Der Proceß des Nordlichts ist, wie wir schon oben bemerkt, der Act der Wiederherstellung eines gestörten Gleichgewichts. Die Wirkung auf die Nadel ist nach dem Maaß der Stärke in der Explosion verschieden. Sie war in der nächtlichen Winterstation zu Bosekop nur dann unmerklich, wenn die Lichterscheinung sich sehr schwach und tief am Horizont zeigte. Die aufschießenden Strahlencylinder hat man scharfsinnig mit der Flamme verglichen, welche in dem geschlossenen Kreise der Volta'schen Säule zwischen zwei weit von einander entfernten Kohlenspitzen, oder nach Fizeau zwischen einer Silber- und einer Kohlenspitze entsteht, und die von dem Magnete angezogen oder abgestoßen wird. Diese Analogie macht wenigstens die Annahme metallischer Dämpfe im Dunstkreise entbehrlich, welche berühmte Physiker als Substrat des Nordlichts betrachten.

Wenn das leuchtende Phänomen, das wir einem galvanischen Strome, d. h. einer Bewegung der Electricität in einem in sich selbst zurückkehrenden Kreislaufe, zuschreiben, durch den unbestimmten Namen des Polarlichts

bezeichnet wird, so ist damit nur die örtliche Richtung angegeben, in welcher am häufigsten, keineswegs immer, der Anfang der Lichtentwicklung gesehen wird. Was diesem Naturphänomen seine größere Wichtigkeit giebt, ist die Thatsache, daß die Erde leuchtend wird, daß ein Planet, außer dem Lichte, welches er von dem Centralkörper, der Sonne, empfängt, sich eines eigenen Lichtprocesses fähig zeigt. Die Intensität des Erdlichts, oder vielmehr die Erhellung, welche dasselbe verbreiten kann, übertrifft bei dem höchsten Glanze farbiger und nach dem Zenith aufsteigender Strahlung um ein weniges das Licht des ersten Mondviertels. Bisweilen (7 Jan. 1831) hat man ohne Anstrengung Gedrucktes lesen können. Dieser, in den Polargegenden fast ununterbrochene Lichtproceß der Erde leitet uns durch Analogien auf die denkwürdige Erscheinung, welche die Venus darbietet. Der von der Sonne nicht erleuchtete Theil dieses Planeten leuchtet bisweilen mit einem eigenen phosphorischen Scheine. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß der Mond, Jupiter und die Cometen außer dem, durch Polariscope erkennbaren, reflectirten Sonnenlichte auch von ihnen selbst hervorgebrachtes Licht ausstrahlen. Ohne der problematischen, aber sehr gewöhnlichen Art des Wetterleuchtens zu erwähnen, in der ein ganzes, tiefstehendes Gewölk viele Minuten lang ununterbrochen flimmernd leuchtet, finden wir in unserm Dunstkreise selbst noch andere Beispiele irdischer Lichterzeugung. Dahin gehören der berühmte bei Nacht leuchtende trockne Nebel der Jahre 1783 und 1831; der stille, von Rozier und Beccaria beobachtete Lichtproceß großer Wolken, ohne alles Flimmern; ja, wie Arago [49] scharfsinnig bemerkt, das schwache

diffuse Licht, welches in tief bewölkten, mond- und sternlosen Herbst- und Winternächten, ohne Schnee, unter freiem Himmel unsere Schritte leitet. Wie im Polarlichte, im electro-magnetischen Ungewitter, in hohen Breiten die Fluth des bewegten, oft farbigen Lichtes den Luftkreis durchströmt, so sind in der heißen Zone der Tropen viele tausend Quadratmeilen des Oceans gleichzeitig lichterzeugend. Hier gehört der Zauber des Lichtes den organischen Kräften der Natur an. Lichtschäumend kräuselt sich die überschlagende Welle, Funken sprühet die weite Fläche, und jeder Funke ist die Lebensregung einer unsichtbaren Thierwelt. So mannigfaltig ist der Urquell des irdischen Lichtes. Soll man es sich gar noch verborgen, unentfesselt, in Dämpfen gebunden denken, zur Erklärung der Moser'schen Bilder aus der Ferne, einer Entdeckung, in welcher uns die Wirklichkeit bisher wie ein geheimnißschweres Traumbild erscheint?

So wie die innere Wärme unsers Planeten auf der einen Seite mit der Erregung electro-magnetischer Strömungen und dem Lichtproceß der Erde (einer Folge des Ausbruchs eines magnetischen Ungewitters) zusammenhängt, so offenbart sie sich auch auf der andern Seite als eine Hauptquelle geognostischer Phänomene. Wir betrachten diese in ihrer Verkettung und in ihrem Uebergange von einer bloß dynamischen Erschütterung und von der Hebung ganzer Continente und Gebirgsmassen zu der Erzeugung und zum Erguß von gasförmigen und tropfbaren Flüssigkeiten, von heißem Schlamme, von glühenden und geschmolzenen Erden, die sich als krystallinische Gebirgsarten erhärten. Es ist ein

nicht geringer Fortschritt der neueren Geognosie (des mineralogischen Theils der Physik der Erde), die hier bezeichnete Verkettung der Erscheinungen ergründet zu haben. Die Einsicht derselben leitet von den spielenden Hypothesen ab, durch welche man vormals jede Kraftäußerung des alten Erdballs einzeln zu erklären suchte; sie zeigt die Verbindung von dem Hervortreten verschiedenartiger Stoffe mit dem, was nur der räumlichen Veränderung (Erschütterung oder Hebung) angehört; sie reiht Gruppen von Erscheinungen, welche auf den ersten Anblick sich als sehr heterogen darbieten: Thermalquellen, Ausströmungen von Kohlensäure und Schwefeldämpfen, harmlose Salsen (Schlamm-Ausbrüche) und die furchtbaren Verheerungen feuerspeiender Berge, an einander. In einem großen Naturbilde schmilzt dies alles in den einigen Begriff der Reaction des Inneren eines Planeten gegen seine Rinde und Oberfläche zusammen. So erkennen wir in den Tiefen der Erde, in ihrer mit dem Abstand von der Oberfläche zunehmenden Temperatur gleichzeitig die Keime erschütternder Bewegung, allmäliger Hebung ganzer Continente (wie der Bergketten auf langen Spalten), vulkanischer Ausbrüche und mannigfaltiger Erzeugung von Mineralien und Gebirgsarten. Aber nicht die unorganische Natur allein ist unter dem Einflusse dieser Reaction des Inneren gegen das Aeußere geblieben. Es ist sehr wahrscheinlich, daß in der Urwelt mächtigere Ausströmungen von kohlensaurem Gas, dem Luftkreise beigemengt, den kohle-abscheidenden Proceß des Pflanzenlebens erhöhten, und daß so in waldzerstörenden Revolutionen ein unerschöpfliches Material von Brennstoff (Ligniten und

Steinkohlen) in den oberen Erdschichten vergraben wurde. Auch die Schicksale der Menschheit erkennen wir als theilweise abhängig von der Gestaltung der äußeren Erdrinde, von der Richtung der Gebirgszüge und Hochländer, von der Gliederung der gehobenen Continente. Dem forschenden Geiste ist es gegeben, in der Kette der Erscheinungen von Glied zu Glied bis dahin aufzusteigen, wo bei Erstarrung des Planeten, bei dem ersten Uebergange der geballten Materie aus der Dunstform, sich die innere Erdwärme entwickelte, welche nicht der Wirkung der Sonne zugehört.

Um den Causalzusammenhang der geognostischen Erscheinungen übersichtlich zu schildern, beginnen wir mit denen, deren Hauptcharakter dynamisch ist, in Bewegung und räumlicher Veränderung besteht. Erdbeben, Erderschütterungen zeichnen sich aus durch schnell auf einander folgende senkrechte, oder horizontale, oder rotatorische Schwingungen. Bei der nicht unbeträchtlichen Zahl derselben, die ich in beiden Welttheilen, auf dem festen Lande und zur See erlebt, haben die zwei ersten Arten der Bewegung mir sehr oft gleichzeitig geschienen. Die minenartige Explosion, senkrechte Wirkung von unten nach oben, hat sich am auffallendsten bei dem Umsturze der Stadt Riobamba (1797) gezeigt, wo viele Leichname der Einwohner auf den mehrere hundert Fuß hohen Hügel la Cullca, jenseits des Flüßchens von Lican, geschleudert wurden. Die Fortpflanzung geschieht meist in linearer Richtung wellenförmig, mit einer Geschwindigkeit von 5 bis 7 geographischen Meilen in der Minute; theils in Erschütterungskreisen oder großen Ellipsen, in denen wie aus einem

Centrum die Schwingungen ſich mit abnehmender Stärke gegen den Umfang fortpflanzen. Es giebt Gegenden, die zu zwei ſich ſchneidenden Erſchütterungskreiſen gehören. Im nördlichen Aſien, in welchem der Vater der Geſchichte[50], wie ſpäter Theophylactus Simocatta[51], die ſcythiſchen Länder frei von Erdbeben nannte, habe ich den ſüdlichen metallreichen Theil des Altai-Gebirges unter dem zwiefachen Einfluſſe der Erſchütterungs-Heerde vom Baikal-See und von den Vulkanen des Himmelsgebirges (Thian-ſchan) gefunden[52]. Wenn die Erſchütterungskreiſe ſich durchſchneiden, wenn z. B. eine Hochebene zwiſchen zwei gleichzeitig in Ausbruch begriffenen Vulkanen liegt, ſo können mehrere Wellenſyſteme gleichzeitig exiſtiren und, wie in den Flüſſigkeiten, ſich gegenſeitig nicht ſtören. Selbſt Interferenz kann hier, wie bei den ſich durchkreuzenden Schallwellen, gedacht werden. Die Größe der fortgepflanzten Erſchütterungswellen wird an der Oberfläche der Erde nach dem allgemeinen Geſetze der Mechanik vermehrt, nach welchem bei der Mittheilung der Bewegung in elaſtiſchen Körpern die letzte, auf einer Seite frei liegende Schicht ſich zu trennen ſtrebt.

Die Erſchütterungs-Wellen werden durch Pendel und Sismometer-Becken ziemlich genau in ihrer Richtung und totalen Stärke, keineswegs aber in der inneren Natur ihrer Alternanz und periodiſchen Intumeſcenz unterſucht. In der Stadt Quito, die am Fuß eines noch thätigen Vulkans (des Rucu-Pichincha) 8950 Fuß über der Meeresfläche liegt, und ſchöne Kuppeln, hohe Kirchengewölbe und maſſive Häuſer von mehreren Stockwerken aufzuweiſen hat, bin ich oft über die Heftigkeit nächtlicher Erdſtöße in Verwunderung gerathen, welche ſo ſelten Riſſe

in dem Gemäuer verursachen, während in den peruanischen Ebnen viel schwächer scheinende Oscillationen niedrigen Rohrhäusern schaden. Eingeborene, die viele hundert Erdbeben erlebt haben, glauben, daß der Unterschied weniger in der Länge oder Kürze der Wellen, in der Langsamkeit oder Schnelligkeit[53] der horizontalen Schwingung, als in der Gleichmäßigkeit der Bewegung in entgegengesetzter Richtung liege. Die kreisenden (rotatorischen) Erschütterungen sind die seltensten, aber am meisten gefahrbringend. Umwenden von Gemäuer ohne Umsturz, Krümmung von vorher parallelen Baumpflanzungen, Verdrehung von Aeckern, die mit verschiedenen Getraidearten bedeckt waren, sind bei dem großen Erdbeben von Riobamba, in der Provinz Quito (4 Februar 1797), wie bei dem von Calabrien (5 Februar — 28 März 1783) beobachtet worden. Mit dem letzteren Phänomen des Verdrehens oder Verschiebens der Aecker und Culturstücke, von welchen gleichsam eines den Platz des andern angenommen, hängt eine translatorische Bewegung oder Durchdringung einzelner Erdschichten zusammen. Als ich den Plan der zerstörten Stadt Riobamba aufnahm, zeigte man mir die Stelle, wo das ganze Hausgeräth einer Wohnung unter den Ruinen einer anderen gefunden worden war. Das lockere Erdreich hatte sich wie eine Flüssigkeit in Strömen bewegt, von denen man annehmen muß, daß sie erst niederwärts, dann horizontal und zuletzt wieder aufwärts gerichtet waren. Streitigkeiten über das Eigenthum solcher viele hundert Toisen weit fortgeführten Gegenstände sind von der Audiencia (dem Gerichtshofe) geschlichtet worden.

In Ländern, wo die Erdstöße vergleichungsweise seltener

sind (z. B. im südlichen Europa), hat sich nach einer unvollständigen Induction[54] der sehr allgemeine Glaube gebildet, daß Windstille, drückende Hitze, ein dunstiger Horizont immer Vorboten der Erscheinung seien. Das Irrthümliche dieses Volksglaubens ist aber nicht bloß durch meine eigene Erfahrung widerlegt; es ist es auch durch das Resultat der Beobachtungen aller derer, welche viele Jahre in Gegenden gelebt haben, wo, wie in Cumana, Quito, Peru und Chili, der Boden häufig und gewaltsam erbebt. Ich habe Erdstöße gefühlt bei heiterer Luft und frischem Ostwinde, wie bei Regen und Donnerwetter. Auch die Regelmäßigkeit der stündlichen Veränderungen in der Abweichung der Magnetnadel und im Luftdrucke[55] blieb zwischen den Wendekreisen an dem Tage der Erdstöße ungestört. Damit stimmen die Beobachtungen überein, welche Adolph Erman in der gemäßigten Zone bei einem Erdbeben in Irkutsk nahe am Baikal-See (8 März 1829) anstellte. Durch den starken Erdstoß von Cumana (4 Nov. 1799) fand ich zwar Abweichung und Intensität der magnetischen Kraft gleich unverändert, aber die Neigung der Nadel war zu meinem Erstaunen um 48′ gemindert[56]. Es blieb mir kein Verdacht eines Irrthums; und doch bei so vielen anderen Erdstößen, die ich auf dem Hochlande von Quito und in Lima erlebte, war neben den anderen Elementen des tellurischen Magnetismus auch die Neigung stets unverändert. Wenn im allgemeinen, was tief in dem Erdkörper vorgeht, durch keinen meteorologischen Proceß, durch keinen besonderen Anblick des Himmelsgewölbes vorherverkündigt wird; so ist es dagegen, wie wir bald sehen werden, nicht unwahrscheinlich,

daß in gewissen sehr heftigen Erderschütterungen der Atmosphäre etwas mitgetheilt werde, und daß daher diese nicht immer rein dynamisch wirken. Während des langen Erzitterns des Bodens in den piemontesischen Thälern von Pelis und Clusson wurden bei gewitterlosem Himmel die größten Veränderungen in der electrischen Spannung des Luftkreises bemerkt.

Die Stärke des dumpfen *Getöses*, welches das Erdbeben größtentheils begleitet, wächst keineswegs in gleichem Maaße, als die Stärke der Oscillationen. Ich habe genau ergründet, daß der große Stoß im Erdbeben von Riobamba (4 Februar 1797) — einem der furchtbarsten Phänomene der physischen Geschichte unseres Erdkörpers — von gar keinem Getöse begleitet war. Das ungeheure Getöse (el gran ruido), welches unter dem Boden der Städte Quito und Ibarra, nicht aber dem Centrum der Bewegung näher in Tacunga und Hambato, vernommen wurde, entstand 18—20 Minuten *nach* der eigentlichen Catastrophe. Bei dem berühmten Erdbeben von Lima und Callao (28 October 1746) hörte man das Getöse wie einen unterirdischen Donnerschlag in Truxillo auch erst ¼ Stunde später und ohne Erzittern des Bodens. Eben so wurden lange nach dem großen von Bouffingault beschriebenen Erdbeben von Neu-Granada (16 Nov. 1827) im ganzen Cauca-Thale, ohne alle Bewegung, von 30 zu 30 Secunden mit großer Regelmäßigkeit unterirdische Detonationen gehört. Auch die Natur des Getöses ist sehr verschieden: rollend, rasselnd klirrend wie bewegte Ketten, ja in der Stadt Quito bisweilen abgesetzt wie ein naher Donner; oder hell klingend, als würden Obsidian- oder andre verglaste Massen in

unterirdiſchen Höhlungen zerſchlagen. Da feſte Körper vortreffliche Leiter des Schalles ſind, dieſer z. B. in gebranntem Thon 10 bis 12mal ſchneller ſich fortpflanzt als in der Luft, ſo kann das unterirdiſche Getöſe in großer Ferne von dem Orte vernommen werden, wo es verurſacht wird. In Caracas, in den Grasfluren von Calabozo und an den Ufern des Rio Apure, welcher in den Orinoco fällt, in einer Landſtrecke von 2300 Quadratmeilen, hörte man überall am 30 April 1812, ohne alles Erdbeben, ein ungeheures donnerartiges Getöſe, als 158 Meilen davon, in Nordoſten, der Vulkan von St. Vincent in den kleinen Antillen aus ſeinem Krater einen mächtigen Lavaſtrom ergoß. Es war alſo der Entfernung nach, als wenn man einen Ausbruch des Veſuvs im nördlichen Frankreich vernähme. Im Jahr 1744, bei dem großen Ausbruch des Vulkans Cotopari, hörte man in Honda am Magdalenen-Strome unterirdiſchen Kanonendonner. Der Krater des Cotopari liegt aber nicht bloß 17000 Fuß höher als Honda; beide Punkte ſind auch durch die coloſſalen Gebirgsmaſſen von Quito, Paſto und Popayan, wie durch zahlloſe Thäler und Klüfte, in 109 Meilen Entfernung getrennt. Der Schall ward beſtimmt nicht durch die Luft, ſondern durch die Erde aus großer Tiefe fortgepflanzt. Bei dem heftigen Erdbeben von Neu-Granada (Februar 1835) hörte man unterirdiſchen Donner gleichzeitig in Popayan, Bogota, Santa Marta und Caracas (hier 7 Stunden lang ohne alle Erſchütterung), in Haiti, Jamaica und um den See von Nicaragua.

Dieſe Schall-Phänomene, wenn ſie von gar keinen fühlbaren Erſchütterungen (Erdſtößen) begleitet ſind, laſſen

einen besonders tiefen Eindruck selbst bei denen, die schon lange einen oft erbebenden Boden bewohnt haben. Man harrt mit Bangigkeit auf das, was nach dem unterirdischen Krachen folgen wird. Das auffallendste, mit nichts vergleichbare Beispiel von ununterbrochenem unterirdischem Getöse, ohne alle Spur von Erdbeben, bietet die Erscheinung dar, welche auf dem mexicanischen Hochlande unter dem Namen des Gebrülles und unterirdischen Donners (bramidos y truenos subterraneos) von Guanaruato[57] bekannt ist. Diese berühmte und reiche Bergstadt liegt fern von allen thätigen Vulkanen. Das Getöse dauerte seit Mitternacht den 9 Januar 1784 über einen Monat. Ich habe eine umständliche Beschreibung davon geben können, nach der Aussage vieler Zeugen und nach den Documenten der Municipalität, welche ich benutzen konnte. Es war (vom 13—16 Januar), als lägen unter den Füßen der Einwohner schwere Gewitterwolken, in denen langsam rollender Donner mit kurzen Donnerschlägen abwechselte. Das Getöse verzog sich, wie es gekommen war, mit abnehmender Stärke. Es fand sich auf einen kleinen Raum beschränkt; wenige Meilen davon, in einer basaltreichen Landstrecke, vernahm man es gar nicht. Fast alle Einwohner verließen vor Schrecken die Stadt, in der große Massen Silberbarren angehäuft waren; die muthigeren, an den unterirdischen Donner gewöhnt, kehrten zurück und kämpften mit der Räuberbande, die sich der Schätze bemächtigt hatte. Weder an der Oberfläche der Erde, noch in den 1500 Fuß tiefen Gruben war irgend ein leises Erdbeben bemerkbar. In dem ganzen mexicanischen Hochlande ist nie vorher ein ähnliches Getöse vernommen worden, auch hat in der

folgenden Zeit die furchtbare Erscheinung sich nicht wiederholt. So öffnen und schließen sich Klüfte im Inneren der Erde; die Schallwellen gelangen zu uns oder werden in ihrer Fortpflanzung gehindert.

Die Wirkung eines feuerspeienden Berges, so furchtbar malerisch auch das Bild ist, welches sie den Sinnen darbietet, ist doch nur immer auf einen sehr kleinen Raum eingeschränkt. Ganz anders ist es mit den Erdstößen, die, dem Auge kaum bemerkbar, bisweilen gleichzeitig in tausend Meilen Entfernung ihre Wellen fortpflanzen. Das große Erdbeben, welches am 1 November 1755 Lissabon zerstörte und dessen Wirkungen der große Weltweise Immanuel Kant so trefflich nachgespürt hat, wurde in den Alpen, an den schwedischen Küsten, in den antillischen Inseln (Antigua, Barbados und Martinique), in den großen Seen von Canada, wie in Thüringen und in dem nördlichen Flachlande von Deutschland in kleinen Binnenwassern der baltischen Ebenen, empfunden. Ferne Quellen wurden in ihrem Lauf unterbrochen, eine Erscheinung bei Erdstößen, auf die im Alterthume schon Demetrius der Kallatianer aufmerksam gemacht hatte. Die Teplizer Thermen versiegten und kamen, alles überschwemmend, mit vielem Eisen-Ocher gefärbt, zurück. In Cadir erhob sich das Meer zu 60 Fuß Höhe, während in den kleinen Antillen die, gewöhnlich nur 26 bis 28 Zoll hohe Fluth urplötzlich dintenschwarz 20 Fuß hoch stieg. Man hat berechnet, daß am 1 Nov. 1755 ein Erdraum gleichzeitig erbebte, welcher an Größe viermal die Oberfläche von Europa übertraf. Auch ist noch keine andere Aeußerung einer Kraft bekannt geworden (die mörderischen Erfindungen unsres eignen Geschlechts mit eingerechnet),

durch welche in dem kurzen Zeitraum von wenigen Secunden oder Minuten eine größere Zahl von Menschen (sechzigtausend in Sicilien 1693, dreißig- bis vierzigtausend im Erdbeben von Riobamba 1797, vielleicht fünfmal so viel in Kleinasien und Syrien unter Tiber und Justin dem Aeltern um die Jahre 19 und 526) getödtet wurden.

Man hat Beispiele in der Andeskette von Südamerika, daß die Erde mehrere Tage hinter einander ununterbrochen erbebte; Erschütterungen aber, die fast zu jeder Stunde Monate lang gefühlt wurden, kenne ich nur fern von allen Vulkanen, am östlichen Abfall der Alpenkette des Mont Cenis bei Fenestrelles und Pignerol seit April 1808; in den Vereinigten Staaten von Nordamerika zwischen Neu-Madrid und Little Prairie [38] (nördlich von Cincinnati) im December 1811 wie den ganzen Winter 1812; im Paschalik von Aleppo in den Monaten August und September 1822. Da der Volksglaube sich nie zu allgemeinen Ansichten erheben kann und daher immer große Erscheinungen localen Erd- und Luft-Processen zuschreibt, so entsteht überall, wo die Erschütterungen lange dauern, die Besorgniß vor dem Ausbrechen eines neuen Vulkans. In einzelnen, seltenen Fällen hat sich allerdings diese Besorgniß begründet gezeigt; so bei plötzlicher Erhebung vulkanischer Eilande, so in der Entstehung des Vulkans von Jorullo (eines neuen Berges von 1580 Fuß Höhe über der alten benachbarten Ebene) am 29 September 1759, nach 90 Tagen Erdbebens und unterirdischen Donners.

Wenn man Nachricht von dem täglichen Zustande der gesammten Erdoberfläche haben könnte, so würde man sich sehr wahrscheinlich davon überzeugen, daß fast immerdar,

an irgend einem Punkte, dieſe Oberfläche erbebt, daß ſie ununterbrochen der Reaction des Inneren gegen das Aeußere unterworfen iſt. Dieſe Frequenz und Allverbreitung einer Erſcheinung, die wahrſcheinlich durch die erhöhte Temperatur der tiefſten geſchmolzenen Schichten begründet wird, erklärt ihre Unabhängigkeit von der Natur der Gebirgsarten, in denen ſie ſich äußert. Selbſt in den lockerſten Alluvialſchichten von Holland, um Middelburg und Vlieſſingen, ſind (23 Februar 1828) Erdſtöße empfunden worden. Granit und Glimmerſchiefer werden wie Flözkalk und Sandſtein, wie Trachyt und Mandelſtein erſchüttert. Es iſt nicht die chemiſche Natur der Beſtandtheile, ſondern die mechaniſche Structur der Gebirgsarten, welche die Fortpflanzung der Bewegung (die Erſchütterungs-Welle) modificirt. Wo letztere längs einer Küſte oder an dem Fuß und in der Richtung einer Gebirgskette regelmäßig fortläuft, bemerkt man bisweilen, und dieß ſeit Jahrhunderten, eine Unterbrechung an gewiſſen Punkten. Die Undulation ſchreitet in der Tiefe fort, wird aber an jenen Punkten an der Oberfläche nie gefühlt. Die Peruaner[59] ſagen von dieſen unbewegten oberen Schichten, „daß ſie eine Brücke bilden“. Da die Gebirgsketten auf Spalten erhoben ſcheinen, ſo mögen die Wände dieſer Höhlungen die Richtung der den Ketten parallelen Undulationen begünſtigen; bisweilen durchſchneiden aber auch die Erſchütterungswellen mehrere Ketten faſt ſenkrecht. So ſehen wir ſie in Südamerika die Küſten-Kette von Venezuela und die Sierra Parime gleichzeitig durchbrechen. In Aſien haben ſich die Erdſtöße von Lahore und vom Fuß des Himalaya (22 Jan. 1832), quer durch die Kette des Hindou-Kho, bis Badak-

ſchan, bis zum Oberen Orus, ja bis Bokhara fortgepflanzt[60]. Leider erweitern ſich auch die Erſchütterungskreiſe in Folge eines einzigen ſehr heftigen Erdbebens. Erſt ſeit der Zerſtörung von Cumana (14 Dec. 1797) empfindet die, den Kalkhügeln der Feſtung gegenüberliegende Halbinſel Maniquarez in ihren Glimmerſchieferfelſen jeden Erdſtoß der ſüdlichen Küſte. Bei den faſt ununterbrochenen Undulationen des Bodens in den Flußthälern des Miſſiſippi, des Arkanſaw und des Ohio von 1811 bis 1813 war das Fortſchreiten von Süden nach Norden ſehr auffallend. Es iſt als würden unterirdiſche Hinderniſſe allmälig überwunden; und auf dem einmal geöffneten Wege pflanzt ſich dann die Wellenbewegung jedesmal fort.

Wenn das Erdbeben dem erſten Anſcheine nach ein bloßes dynamiſches, räumliches Phänomen der Bewegung zu ſein ſcheint, ſo erkennt man doch nach ſehr wahrhaft bezeugten Erfahrungen, daß es nicht bloß ganze Landſtrecken über ihr altes Niveau zu erheben vermag (z. B. Ulla-Bund nach dem Erdbeben von Cutſch im Juni 1819, öſtlich von dem Delta des Indus, oder längs der Küſte von Chili im Nov. 1822); ſondern daß auch während der Erdſtöße heißes Waſſer (bei Catania 1818), heiße Dämpfe (im Miſſiſippi-Thale bei Neu-Madrid 1812), Moſetten (irreſpirable Gasarten), den weidenden Heerden in der Andeskette ſchädlich, Schlamm, ſchwarzer Rauch, und ſelbſt Flammen (bei Meſſina 1783, bei Cumana 14 Nov. 1797) ausgeſtoßen wurden. Während des großen Erdbebens von Liſſabon am 1 Nov. 1755 ſah man nahe bei der Hauptſtadt Flammen und eine Rauchſäule aus einer neugebildeten Spalte des Felſen von Alvidras aufſteigen. Der Rauch

war jedesmal um ſo dicker, als das unterirdiſche Getöſe an Stärke zunahm [61]. Bei der Zerſtörung von Riobamba im Jahr 1797, wo die Erdſtöße von keinem Ausbruch der ſehr nahen Vulkane begleitet waren, wurde die Moya, eine ſonderbare, mit Kohle, Augit-Kryſtallen und Kieſelpanzern der Infuſionsthiere gemengte Maſſe, in zahlreichen kleinen fortſchreitenden Kegeln aus der Erde hervorgehoben. Der Ausbruch des kohlenſauren Gaſes auf Spalten während des Erdbebens von Neu-Granada (16 November 1827) im Magdalena-Thale verurſachte das Erſticken vieler Schlangen, Ratten und anderer in Höhlen lebenden Thiere. Auch plötzliche Veränderungen der Witterung, plötzliches Eintreten der Regenzeit zu einer unter den Tropen ungewöhnlichen Epoche ſind bisweilen in Quito und Peru auf große Erdbeben gefolgt. Werden gasförmige, aus dem Innern der Erde aufſteigende Flüſſigkeiten der Atmoſphäre beigemiſcht? oder ſind dieſe meteorologiſchen Proceſſe die Wirkung einer durch das Erdbeben geſtörten Luftelectricität? In den Gegenden des tropiſchen Amerika, wo bisweilen in zehn Monaten kein Tropfen Regen fällt, halten die Eingebornen ſich oft wiederholende Erdſtöße, die den niedrigen Rohrhütten keine Gefahr bringen, für glückliche Vorboten der Fruchtbarkeit und der Regenmenge.

Der innere Zuſammenhang aller hier geſchilderten Erſcheinungen iſt noch in Dunkel gehüllt. Elaſtiſche Flüſſigkeiten ſind es gewiß, die ſowohl das leiſe, ganz unſchädliche, mehrere Tage dauernde Zittern der Erdrinde (wie 1816 zu Scaccia in Sicilien vor der vulkaniſchen Erhebung der neuen Inſel Julia) als die, ſich durch Getöſe verkündigenden, furchtbareren Exploſionen verurſachen. Der Heerd

des Uebels, der Sitz der bewegenden Kraft liegt tief unter der Erdrinde; wie tief, wissen wir eben so wenig, als welches die chemische Natur so hochgespannter Dämpfe sei. An zwei Kraterrändern gelagert, am Vesuv und auf dem thurmartigen Fels, welcher den ungeheuren Schlund des Pichincha bei Quito überragt, habe ich periodisch und sehr regelmäßig Erdstöße empfunden, jedesmal 20—30 Secunden früher als brennende Schlacken oder Dämpfe ausgestoßen wurden. Die Erschütterung war um so stärker, als die Explosionen später eintraten und also die Dämpfe länger angehäuft blieben. In dieser einfachen, von so vielen Reisenden bestätigten Erfahrung liegt die allgemeine Lösung des Phänomens. Die thätigen Vulkane sind als Schutz- und Sicherheits-Ventile für die nächste Umgegend zu betrachten. Die Gefahr des Erdbebens wächst, wenn die Oeffnungen der Vulkane verstopft, ohne freien Verkehr mit der Atmosphäre sind; doch lehrt der Umsturz von Lissabon, Caracas, Lima, Caschmir (1554) [62], und so vieler Städte von Calabrien, Syrien und Kleinasien, daß im Ganzen doch nicht in der Nähe noch brennender Vulkane die Kraft der Erdstöße am größten ist.

Wie die gehemmte Thätigkeit der Vulkane auf die Erschütterung des Bodens wirkt, so reagirt diese wiederum auf die vulkanischen Erscheinungen selbst. Eröffnung von Spalten begünstigt das Aufsteigen der Eruptions-Kegel und die Processe, welche in diesen Kegeln in freiem Contact mit dem Luftkreise vorgehen. Eine Rauchsäule, die man Monate lang in Südamerika aus dem Vulkan von Pasto aufsteigen sah, verschwand plötzlich, als 48 Meilen weit in Süden (am 4 Februar 1797) die Provinz Quito

das große Erdbeben von Riobamba erlitt. Nachdem lange in ganz Syrien, in den Cykladen und in Euböa der Boden erbebt hatte, hörten die Erschütterungen plötzlich auf, als sich in der lelantischen Ebene bei Chalcis ein Strom „glühenden Schlammes" (Lava aus einer Spalte) ergoß[63]. Der geistreiche Geograph von Amasea, der uns diese Nachricht aufbewahrt, setzt hinzu: „seitdem die Mündungen des Aetna geöffnet sind, durch welche das Feuer emporbläst, und seitdem Glühmassen und Wasser hervorstürzen können, wird das Land am Meeresstrande nicht mehr so oft erschüttert, als zu der Zeit, wo, vor der Trennung Siciliens von Unteritalien, alle Ausgänge in der Oberfläche verstopft waren."

In dem Erdbeben offenbart sich demnach eine vulkanisch-vermittelnde Macht; aber eine solche Macht, allverbreitet wie die innere Wärme des Planeten, und überall sich selbst verkündend, wird selten und dann nur an einzelnen Punkten bis zu wirklichen Ausbruchs-Phänomenen gesteigert. Die Gangbildung, d. h. die Ausfüllung der Spalten mit krystallinischen aus dem Inneren hervorquellenden Massen (Basalt, Melaphyr und Grünstein), stört allmälig die freie Communication der Dämpfe. Durch Spannung wirken diese dann auf dreierlei Weise: erschütternd; oder plötzlich, d. i. ruckweise, hebend; oder, wie zuerst in einem großen Theil von Schweden beobachtet worden ist, ununterbrochen, und nur in langen Perioden bemerkbar, das Niveau-Verhältniß von Meer und Land umändernd.

Ehe wir diese große Erscheinung verlassen, die hier nicht sowohl in ihren Einzelheiten, als in ihren allgemeinen physikalischen und geognostischen Verhältnissen betrachtet

worden ist, müssen wir noch die Ursach des unaussprechlich tiefen und ganz eigenthümlichen Eindrucks berühren, welchen das erste Erdbeben, das wir empfinden, sei es auch von keinem unterirdischen Getöse begleitet, in uns zurücklässt. Ein solcher Eindruck, glaube ich, ist nicht Folge der Erinnerung an die Schreckensbilder der Zerstörung, welche unsrer Einbildungskraft aus Erzählungen historischer Vergangenheit vorschweben. Was uns so wundersam ergreift, ist die Enttäuschung von dem angeborenen Glauben an die Ruhe und Unbeweglichkeit des Starren, der festen Erdschichten. Von früher Kindheit sind wir an den Contrast zwischen dem beweglichen Element des Wassers und der Unbeweglichkeit des Bodens gewöhnt, auf dem wir stehen. Alle Zeugnisse unsrer Sinne haben diesen Glauben befestigt. Wenn nun urplötzlich der Boden erbebt, so tritt geheimnißvoll eine unbekannte Naturmacht als das Starre bewegend, als etwas Handelndes auf. Ein Augenblick vernichtet die Illusion des ganzen früheren Lebens. Enttäuscht sind wir über die Ruhe der Natur; wir fühlen uns in den Bereich zerstörender, unbekannter Kräfte versetzt. Jeder Schall, die leiseste Regung der Lüfte spannt unsre Aufmerksamkeit. Man traut gleichsam dem Boden nicht mehr, auf den man tritt. Das Ungewöhnliche der Erscheinung bringt dieselbe ängstliche Unruhe bei Thieren hervor. Schweine und Hunde sind besonders davon ergriffen. Die Crocodile im Orinoco, sonst so stumm als unsere kleinen Eidechsen, verlassen den erschütterten Boden des Flusses und laufen brüllend dem Walde zu.

Dem Menschen stellt sich das Erdbeben als etwas allgegenwärtiges, unbegrenztes dar. Von einem thätigen Aus-

bruch-Krater, von einem auf unſere Wohnung gerichteten Lavaſtrom kann man ſich entfernen; bei dem Erdbeben glaubt man ſich überall, wohin auch die Flucht gerichtet ſei, über dem Heerd des Verderbens. Ein ſolcher Zuſtand des Gemüths, aus unſerer innerſten Natur hervorgerufen, iſt aber nicht von langer Dauer. Folgt in einem Lande eine Reihe von ſchwachen Erdſtößen auf einander, ſo verſchwindet bei den Bewohnern faſt jegliche Spur der Furcht. An den regenloſen Küſten von Peru kennt man weder Hagel, noch den rollenden Donner und die leuchtenden Exploſionen im Luftkreiſe. Den Wolken-Donner erſetzt dort das unterirdiſche Getöſe, welches die Erdſtöße begleitet. Vieljährige Gewohnheit und die ſehr verbreitete Meinung, als ſeien gefahrbringende Erſchütterungen nur zwei- oder dreimal in einem Jahrhundert zu befürchten, machen, daß in Lima ſchwache Oſcillationen des Bodens kaum mehr Aufmerkſamkeit erregen, als ein Hagelwetter in der gemäßigten Zone.

Nachdem wir ſo die Thätigkeit, gleichſam das innere Leben der Erde in ihrem Wärmegehalt, in ihrer electromagnetiſchen Spannung, in ihrer Lichtausſtrömung an den Polen, in ihren unregelmäßig wiederkehrenden Erſcheinungen der Bewegung überſichtlich betrachtet haben; gelangen wir zu den ſtoffartigen Productionen (chemiſchen Veränderungen in der Erdrinde und in der Zuſammenſetzung des Dunſtkreiſes), welche ebenfalls die Folge planetariſcher Lebensthätigkeit ſind. Wir ſehen aus dem Boden ausſtrömen: Waſſerdämpfe und gasförmige Kohlenſäure, meiſt frei[64] von aller Beimengung von Stickſtoff; gekohltes Waſſerſtoffgas (in der chineſiſchen Provinz Sſe-tſchuan[65] ſeit Jahrtauſenden, in dem nordamerikaniſchen Staate von Neu-York

im Dorfe Fredonia ganz neuerdings zum Kochen und zur Beleuchtung benutzt); Schwefelwasserstoffgas und Schwefeldampf, seltener[66] schweflige und Hydrochlor-Säure. Solche Ausströmungen aus Erdspalten bezeichnen nicht bloß die Gebiete noch brennender oder längst erloschener Vulkane, man beobachtet sie auch ausnahmsweise in Gegenden, in denen nicht Trachyt und andere vulkanische Gesteine unbedeckt zu Tage ausstehen. In der Andeskette von Quindiu habe ich Schwefel in einer Höhe von 6410 Fuß über dem Meere sich im Glimmerschiefer aus warmen Schwefeldämpfen niederschlagen gesehen[67], während daß dieselbe, einst für uranfänglich gehaltene Gebirgsart in dem Cerro Cuello bei Ticsan (südlich von Quito) ein ungeheures Schwefellager in reinem Quarze zeigt.

Unter allen Luftquellen sind die Exhalationen der Kohlensäure (sogenannte Mofetten) noch heute, der Zahl und Quantität der Production nach, die wichtigsten. Unser deutsches Vaterland lehrt uns, wie in den tief eingeschnittenen Thälern der Eifel, in der Umgebung des Lacher Sees, im Kesselthal von Wehr und in dem westlichen Böhmen, gleichsam in den Brandstätten der Vorwelt, oder in ihrer Nähe, sich die Ausströmungen der Kohlensäure, als letzte Regungen der vulkanischen Thätigkeit, offenbaren. In den früheren Perioden, wo, bei erhöhter Erdwärme und bei der Häufigkeit noch unausgefüllter Erdspalten, die Processe, welche wir hier beschreiben, mächtiger wirkten, wo Kohlensäure und heiße Wasserdämpfe in größeren Massen sich der Atmosphäre beimischten; muß, wie Adolph Brongniart[68] scharfsinnig entwickelt hat, die junge Pflanzenwelt, fast überall und unabhängig von der geographischen Ortsbreite, zu

der üppigsten Fülle und Entwickelung ihrer Organe gelangt sein. In den immer warmen, immer feuchten, mit Kohlensäure überschwängerten Luftschichten müssen die Gewächse in solchem Grade Lebenserregung und Ueberfluß an Nahrungsstoff gefunden haben, daß sie das Material zu den Steinkohlen- und Ligniten-Schichten hergeben konnten, welche in schwer zu erschöpfenden Massen die physischen Kräfte und den Wohlstand der Völker begründen. Solche Massen sind vorzugsweise, und wie in Becken vertheilt, gewissen Punkten Europa's eigen. Sie sind angehäuft in den britischen Inseln, in Belgien, in Frankreich, am Niederrhein und in Oberschlesien. In derselben Urzeit allverbreiteter vulkanischer Thätigkeit ist auch dem Schooße der Erde entquollen die ungeheure Menge Kohlenstoffes, welchen die Kalkgebirge in ihrer Zusammensetzung enthalten und welcher, vom Sauerstoff getrennt und in fester Substanz ausgeschieden, ungefähr den achten Theil der räumlichen Mächtigkeit jener Gebirge ausmachen würde [69]. Was unaufgenommen von den alkalischen Erden dem Luftkreis an Kohlensäure noch beigemengt war, wurde allmälig durch die Vegetation der Vorwelt aufgezehrt: so daß davon der Atmosphäre, wenn sie der Proceß des Pflanzenlebens gereinigt, nur der so überaus geringe Gehalt übrig blieb, welcher der jetzigen Organisation der Thiere unschädlich ist. Auch häufiger ausbrechende schwefelsaure Dämpfe haben in den vielbelebten Binnenwassern der Urwelt den Untergang von Mollusken- und Fischgattungen, wie die Bildung der vielgekrümmten, wahrscheinlich oft durch Erdbeben erschütterten Gypsflöze bewirkt.

Unter ganz ähnlichen physischen Verhältnissen steigen aus dem Schooße der Erde hervor: Luftarten, tropfbare

Flüssigkeiten, Schlamm, und durch den Ausbruchkegel der Vulkane, welche selbst nur eine Art intermittirender Quellen sind [70], geschmolzene Erden. Alle diese Stoffe verdanken ihre Temperatur und ihre chemische Naturbeschaffenheit dem Ort ihres Ursprungs. Die mittlere Wärme der Wasserquellen ist geringer als die des Luftkreises an dem Punkte, wo sie ausbrechen, wenn die Wasser von den Höhen herabkommen; ihre Wärme nimmt mit der Tiefe der Erdschichten zu, welche sie bei ihrem Ursprunge berühren. Das numerische Gesetz dieser Zunahme haben wir bereits oben angegeben. Das Gemisch der Wasser, welche aus der Höhe der Berge oder aus der Tiefe der Erde kommen, macht die Lage der Isogeothermen [71] (Linien gleicher innerer Erdwärme) schwierig zu bestimmen, wenn nämlich diese Bestimmung aus der Temperatur der ausbrechenden Wasserquellen geschlossen werden soll. So haben es eigene Beobachtungen mich und meine Gefährten in dem nördlichen Asien gelehrt. Die Temperatur der Quellen, welche seit einem halben Jahrhundert ein so viel bearbeiteter Gegenstand der physikalischen Untersuchungen geworden ist, hängt, wie die Höhe des ewigen Schnees, von vielen, sehr verwickelten Ursachen gleichzeitig ab. Sie ist Function der Temperatur der Erdschicht, in der sie entspringen, der Wärme-Capacität des Bodens, der Menge und Temperatur der Meteorwasser [72], welche letztere selbst wiederum nach der Art ihrer Entstehung von der Luft-Temperatur der unteren Atmosphäre verschieden [73] ist.

Die sogenannten kalten Quellen können die mittlere Luft-Temperatur nur dann anzeigen, wenn sie, ungemischt mit den aus großer Tiefe aufsteigenden oder von

beträchtlichen Berghöhen herabkommenden Wassern, einen sehr langen Weg (in unsern Breiten zwischen vierzig und sechzig Fuß, in der Aequinoctial-Zone nach Bousſingault einen Fuß [74]) unter der Oberfläche der Erde zurückgelegt haben. Die hier bezeichneten Tiefen sind nämlich die der Erdschicht, in welcher, in der gemäßigten und in der heißen Zone, die Unveränderlichkeit der Temperatur beginnt, in der die stündlichen, täglichen oder monatlichen Wärmeveränderungen der Luft nicht mehr gespürt werden.

Heiße Quellen brechen aus den allerverschiedenartigsten Gebirgsarten hervor; ja die heißesten unter den permanenten, die man bisher beobachtet und die ich selbst aufgefunden, zeigen sich fern von allen Vulkanen. Ich führe hier aus meinem Reiseberichte die Aguas calientes de las Trincheras in Südamerika, zwischen Porto Cabello und Rueva Valencia, und die Aguas de Comangillas im mexicanischen Gebiete bei Guanaruato an: die ersten, aus Granit ausbrechend, hatten 90°, 3; die zweiten, aus Basalt ausbrechend, 96°,4. Die Tiefe des Heerdes, aus welchem Wasser von dieser Temperatur aufsteigen, ist nach dem, was wir von dem Gesetz der Wärmezunahme im Innern der Erde wissen, wahrscheinlich an 6700 Fuß (über ½ einer geographischen Meile). Wenn die Ursach der Thermalquellen wie der thätigen Vulkane die allverbreitete Erdwärme ist, so wirken die Gebirgsarten nur durch ihre Wärme-Capacität und ihre wärmeleitende Kraft. Die heißesten aller permanenten Quellen (zwischen 95° und 97°) sind merkwürdigerweise die reinsten, die, welche am wenigsten Mineralstoffe aufgelöst enthalten. Ihre Temperatur scheint im Ganzen auch minder beständig, als die der Quellen zwischen 50° and 74°,

deren Unveränderlichkeit in Wärme und Mineralgehalt, in Europa wenigstens, seit den funfzig bis sechzig Jahren, in denen man genaue Thermometer und genaue chemische Analysen angewandt, sich so wunderbar bewährt hat. Boussingault hat gefunden, daß die Therme von Las Trincheras seit meiner Reise in 23 Jahren (zwischen 1800 und 1823) von 90°,3 auf 97° gestiegen ist [75]. Diese überaus ruhig fließende Quelle ist also jetzt fast 7° heißer als die intermittirenden Springbrunnen des Geyser und des Strokr, deren Temperatur Krug von Nidda neuerlichst sorgfältiger bestimmt hat. Einen der auffallendsten Beweise von der Entstehung heißer Quellen durch das Herabsinken kalter Meteorwasser in das Innere der Erde und durch Berührung mit einem vulkanischen Heerde hat erst im vorigen Jahrhundert ein vor meiner amerikanischen Reise unbekannter Vulkan, der von Jorullo in Mexiko, dargeboten. Als sich derselbe im September 1759 plötzlich als ein Berg von 1580 Fuß über die umliegende Ebene erhob, verschwanden die zwei kleinen Flüsse, Rios de Cuitimba y de San Pedro, und erschienen einige Zeit nachher unter furchtbaren Erdstößen als heiße Quellen. Ich fand im Jahr 1803 ihre Temperatur zu 65°,8.

Die Quellen in Griechenland fließen erweislich noch an denselben Orten wie in dem hellenischen Alterthume. Der Erasinos-Quelle, zwei Stunden Weges südlich von Argos am Abhange des Chaon, erwähnt schon Herodot. Bei Delphi sieht man noch die Kassotis (jetzt Brunnen des heil. Nikolaos), südlich von der Lesche entspringend und unter dem Apollotempel durchfließend; auch die Kastalia am Fuß der Phädriaden und die Pirene bei Akrokorinth,

wie die heißen Bäder von Aedepsos auf Euböa, in denen Sulla während des Mithridatischen Krieges badete [76]. Ich führe gern diese Einzelheiten an, weil sie lebhaft daran erinnern, wie in einem so häufigen und heftigen Erderschütterungen ausgesetzten Lande doch das Innere unsres Planeten in kleinen Verzweigungen offener und Wasser führender Spalten, wenigstens 2000 Jahre lang, seine alte Gestaltung hat bewahren können. Auch die Fontaine jaillissante von Lillers im Departement des Pas de Calais ist bereits im Jahr 1126 erbohrt worden, und seitdem ununterbrochen zu derselben Höhe mit derselben Wassermenge gestiegen; ja der vortreffliche Geograph der caramanischen Küste, Capitän Beaufort, hat dieselbe Flamme, genährt von ausströmendem brennbarem Gas, im Gebiet des Phaselis leuchten sehen, welche Plinius [77] als die Flamme der Chimära in Lycien beschreibt.

Die von Arago 1821 gemachte Beobachtung [78], daß die tieferen artesischen Brunnen die wärmeren sind, hat zuerst ein großes Licht auf den Ursprung der Thermalquellen und auf die Auffindung des Gesetzes der mit der Tiefe zunehmenden Erdwärme verbreitet. Auffallend ist es und erst in sehr neuer Zeit beachtet, daß schon der heilige Patricius [79], wahrscheinlich Bischof von Pertusa, durch die bei Carthago ausbrechenden heißen Quellen am Ende des dritten Jahrhunderts auf eine sehr richtige Ansicht der Erscheinungen geleitet wurde. Als man ihn nach der Ursach der siedenden, dem Erdschooß entquellenden Wasser befragte, antwortete er: „Feuer wird in den Wolken genährt und im Innern der Erde, wie der Aetna sammt einem anderen Berge in der Nähe von Neapel euch lehren. Die unter-

irdiſchen Waſſer ſteigen wie durch Heber empor. Die Urſach der heißen Quellen iſt dieſe: die Waſſer, welche vom unterirdiſchen Feuer entfernter ſind, zeigen ſich kälter; die, welche dem Feuer näher entquellen, bringen, durch daſſelbe erwärmt, eine unerträgliche Hitze an die Oberfläche, die wir bewohnen."

So wie die Erderſchütterungen oft von Waſſer- und Dampfausbrüchen begleitet ſind, ſo erkennt man in den Salſen oder kleinen Schlammvulkanen einen Uebergang von den wechſelnden Erſcheinungen, welche die Dampfausbrüche und Thermalquellen darbieten, zu der mächtigen und grauſenvollen Thätigkeit Lava ſpeiender Berge. Wenn dieſe als Quellen geſchmolzener Erden vulkaniſche Gebirgsarten hervorbringen; ſo erzeugen heiße, mit Kohlenſäure und Schwefelgas geſchwängerte Quellwaſſer ununterbrochen, durch Niederſchlag, horizontal auf einander gelagerte Schichten von Kalkſtein (Travertino), oder bauen coniſche Hügel auf, wie im nördlichen Afrika (Algerien) und in den Baños von Caxamarca, an dem weſtlichen Abhange der peruaniſchen Andeskette. In dem Travertino von Van Diemens Land (unweit Hobart-Town) ſind nach Charles Darwin Reſte einer untergegangenen Vegetation enthalten. Wir deuten hier durch Lava und Travertino (zwei Gebirgsarten, die fortfahren ſich unter unſeren Augen zu bilden) auf die Haupt-Gegenſätze geognoſtiſcher Verhältniſſe.

Die Salſen oder Schlammvulkane verdienen mehr Aufmerkſamkeit, als die Geognoſten ihnen bisher geſchenkt haben. Man hat die Größe des Phänomens verkannt, weil von den zwei Zuſtänden, die es durchläuft,

in den Beſchreibungen gewöhnlich nur bei dem letzteren, dem friedlicheren Zuſtande, in dem ſie Jahrhunderte lang beharren, verweilt wird. Die Entſtehung der Salſen iſt durch Erdbeben, unterirdiſchen Donner, Hebung einer ganzen Länderſtrecke und einen hohen, aber auf eine kurze Dauer beſchränkten Flammenausbruch bezeichnet. Als auf der Halbinſel Abſcheron, am caſpiſchen Meere, öſtlich von Baku, die Salſe von Jokmali ſich zu bilden anfing (27 Nov. 1827), loderten die Flammen drei Stunden lang zu einer außerordentlichen Höhe empor; die nachfolgenden 20 Stunden erhoben ſie ſich kaum 3 Fuß über den ſchlammauswerfenden Krater. Bei dem Dorfe Baklichli, weſtlich von Baku, ſtieg die Feuerſäule ſo hoch, daß man ſie in ſechs Meilen Entfernung ſehen konnte. Große Felsblöcke, der Tiefe entriſſen, wurden weit umhergeſchleudert. Dieſe findet man auch um die gegenwärtig ſo friedlichen Schlammvulkane von Monte Zibio, nahe bei Saſſuolo im nördlichen Italien. Der Zuſtand des zweiten Stadiums hat ſich über 1½ Jahrtauſende in den von den Alten beſchriebenen Salſen von Girgenti (den Macalubi) in Sicilien erhalten. Dort ſtehen, nahe an einander gereihet, viele kegelförmige Hügel von 8, 10, ja 30 Fuß Höhe, die veränderlich iſt, wie ihre Geſtaltung. Aus dem oberen ſehr kleinen und mit Waſſer gefüllten Becken fließt, unter periodiſcher Entwickelung von Gas, lettiger Schlamm in Strömen herab. Dieſer Schlamm iſt gewöhnlich kalt, bisweilen (auf der Inſel Java bei Damak in der Provinz Samarang) von hoher Temperatur. Auch die mit Geräuſch ausſtrömenden Gasarten ſind verſchiedenartig: Waſſerſtoffgas mit Naphtha gemengt, Kohlenſäure und, wie Parrot und ich

erwiesen haben (auf der Halbinsel Taman und in den südamerikanischen Volcancitos de Turbaco), fast reines Stickgas [80].

Die Schlammvulkane bieten dem Beobachter, nach dem ersten gewaltsamen Feuerausbruch, der vielleicht in gleichem Maaße nicht einmal allen gemein ist, das Bild einer meist ununterbrochen fortwirkenden, aber schwachen Thätigkeit des inneren Erdkörpers dar. Die Communication mit den tiefen Schichten, in denen eine hohe Temperatur herrscht, wird bald wieder in ihnen verstopft; und die kalten Ausströmungen der Salsen scheinen zu lehren, daß der Sitz des Phänomens im Beharrungszustande nicht sehr weit von der Oberfläche entfernt sein könne. Von ganz anderer Mächtigkeit zeigt sich die Reaction des inneren Erdkörpers auf die äußere Rinde in den eigentlichen Vulkanen oder feuerspeienden Bergen, d. i. in solchen Punkten der Erde, in welchen eine bleibende oder wenigstens von Zeit zu Zeit erneuerte Verbindung mit einem tiefen Heerde sich offenbart. Man muß sorgfältig unterscheiden zwischen mehr oder minder gesteigerten vulkanischen Erscheinungen, als da sind: Erdbeben, heiße Wasser- und Dampfquellen, Schlammvulkane, das Hervortreten von glocken- und domförmigen ungeöffneten Trachytbergen, die Oeffnung dieser Berge oder der emporgehobenen Basaltschichten als Erhebungskrater, endliches Aufsteigen eines permanenten Vulkans in dem Erhebungskrater selbst oder zwischen den Trümmern seiner ehemaligen Bildung. Zu verschiedenen Zeiten, bei verschiedenen Graden der Thätigkeit und Kraft, stoßen die permanenten Vulkane Wasserdämpfe, Säuren, weitleuchtende Schlacken oder, wenn der Widerstand

überwunden werden kann, bandförmig schmale Feuerströme geschmolzener Erden aus.

Als Folge einer großen, aber localen Kraftäußerung im Inneren unsres Planeten heben elastische Dämpfe entweder einzelne Theile der Erdrinde zu domförmigen, ungeöffneten Massen feldspathreichen Trachyts und Dolerits (Puy de Dôme und Chimborazo) empor; oder es werden die gehobenen Schichten durchbrochen, und dergestalt nach außen geneigt, daß auf der entgegengesetzten inneren Seite ein steiler Felsrand entsteht. Dieser Rand wird dann die Umgebung eines Erhebungskraters. Wenn derselbe, was keineswegs immer der Fall ist, von dem Meeresgrunde selbst aufgestiegen ist, so hat er die ganze physiognomische Gestaltung der gehobenen Insel bestimmt. Dies ist die Entstehung der zirkelrunden Form von Palma, die Leopold von Buch so genau und geistreich beschrieben, und von Nisyros [81] im ägäischen Meere. Bisweilen ist die eine Hälfte des ringförmigen Randes zerstört, und in dem Busen, den das eingedrungene Meer gebildet, haben gesellige Corallenthiere ihre zelligen Wohnungen aufgebaut. Auch auf den Continenten sind die Erhebungskrater oft mit Wasser gefüllt und verschönern auf eine ganz eigenthümliche Weise den Charakter der Landschaft.

Ihre Entstehung ist nicht an eine bestimmte Gebirgsart gebunden; sie brechen aus in Basalt, Trachyt, Leucit-Porphyr (Somma), oder in doleritartigem Gemenge von Augit und Labrador. Daher die so verschiedene Natur und äußere Gestaltung dieser Art der Kraterränder. „Von solchen Umgebungen gehen keine Eruptions-Erscheinungen aus; es ist durch sie kein bleibender Verbindungscanal mit

dem Inneren eröffnet, und nur selten findet man in der Nachbarschaft oder im Inneren eines solchen Kraters Spuren von noch wirkender vulkanischer Thätigkeit. Die Kraft, welche eine so bedeutende Wirkung hervorzubringen vermochte, muß sich lange im Inneren gesammelt und verstärkt haben, ehe sie den Widerstand der darauf drückenden Masse überwältigen konnte. Sie reißt bei Entstehung neuer Inseln körnige Gebirgsarten und Conglomerate (Tuffschichten voll Seepflanzen) über die Oberfläche des Meers empor. Durch den Erhebungskrater entweichen die gespannten Dämpfe; eine so große erhobene Masse fällt aber wieder zurück und verschließt sofort die nur für solche Kraftäußerung gebildete Oeffnung. Es entsteht kein Vulkan[82]."

Ein eigentlicher Vulkan entsteht nur da, wo eine bleibende Verbindung des inneren Erdkörpers mit dem Luftkreise errungen ist. In ihm ist die Reaction des Inneren gegen die Oberfläche in langen Epochen dauernd. Sie kann, wie einst beim Vesuv (Fisove[83]), Jahrhunderte lang unterbrochen sein und dann doch wieder in erneuerter Thätigkeit sich darbieten. Zu Nero's Zeiten war man in Rom schon geneigt, den Aetna in die Classe allmälig erlöschender Feuerberge[84] zu setzen; ja später behauptete Aelian[85] sogar, die Seefahrer fingen an, den einsinkenden Gipfel weniger weit vom hohen Meere aus zu sehen. Wo die Zeugen des ersten Ausbruchs, ich möchte sagen, das alte Gerüste sich vollständig erhalten hat, da steigt der Vulkan aus einem Erhebungskrater empor, da umgiebt den isolirten Kegelberg circusartig eine hohe Felsmauer, ein Mantel, der aus stark aufgerichteten Schichten besteht. Bisweilen ist von dieser circusartigen Umgebung keine Spur mehr sichtbar,

und der Vulkan, nicht immer ein Kegelberg, steigt auch als ein langgedehnter Rücken, wie der Pichincha, an dessen Fuß die Stadt Quito liegt, unmittelbar aus der Hochebene auf.

Wie die Natur der Gebirgsarten, d. h. die Verbindung (Gruppirung) einfacher Mineralien zu Granit, Gneiß und Glimmerschiefer, zu Trachyt, Basalt und Dolerit, unabhängig von den jetzigen Klimaten, unter den verschiedensten Himmelsstrichen dieselbe ist; so sehen wir auch überall in der anorganischen Natur gleiche Gesetze der Gestaltung sich enthüllen, Gesetze, nach welchen die Schichten der Erdrinde sich wechselseitig tragen, gangartig durchbrechen, durch elastische Kräfte sich heben. In den Vulkanen ist dieses Wiederkehren derselben Erscheinungen besonders auffallend. Wo dem Seefahrer nicht mehr die alten Sterne leuchten, in Inseln ferner Meere, von Palmen und fremdartigen Gewächsen umgeben, sieht er in den Einzelheiten des landschaftlichen Charakters den Vesuv, die domförmigen Gipfel der Auvergne, die Erhebungskrater der canarischen und azorischen Inseln, die Ausbruchsspalten von Island wiederkehrend abgespiegelt; ja ein Blick auf den Begleiter unsres Planeten, den Erdmond, verallgemeinert die hier bemerkte Analogie der Gestaltung. In den mittelst großer Fernröhre entworfenen Carten des luft- und wasserlosen Satelliten erkennt man mächtige Erhebungskrater, welche Kegelberge umgeben oder sie auf ihren Ringwällen tragen: unbestreitbare Wirkungen der Reaction des Inneren gegen die Oberfläche des Mondes, begünstigt von dem Einfluß einer geringeren Schwere.

Wenn in vielen Sprachen Vulkane mit Recht feuerspeiende Berge genannt werden, so ist ein solcher Berg

darum keineswegs durch eine allmälige Anhäufung von ausfließenden Lavaströmen gebildet; seine Entstehung scheint vielmehr allgemein die Folge eines plötzlichen Emporhebens zäher Massen von Trachyt oder labradorhaltigem Augitgesteine zu sein. Das Maaß der hebenden Kraft offenbart sich in der Höhe der Vulkane; und diese ist so verschieden, daß sie bald die Dimension eines Hügels (Vulkan von Cosima, einer der japanischen Kurilen), bald die eines 18000 Fuß hohen Kegels hat. Es hat mir geschienen, als sei das Höhenverhältniß von großem Einfluß auf die Frequenz der Ausbrüche, als wären diese weit häufiger in den niedrigeren als in den höheren Vulkanen. Ich erinnere an die Reihenfolge: Stromboli (2175 Fuß), der fast täglich donnernde Guacamayo in der Provinz Quiros (ich habe ihn oft in 22 Meilen Entfernung in Chillo bei Quito gehört), der Vesuv (3637 F.), Aetna (10200 F.), Pic von Teneriffa (11424 F.) und Cotopari (17892 F.). Ist der Heerd dieser Vulkane in gleicher Tiefe, so gehört eine größere Kraft dazu, die geschmolzenen Massen zu einer 6 und 8mal größeren Höhe zu erheben. Während daß der niedrige Stromboli (Strongyle) rastlos arbeitet, wenigstens seit den Zeiten homerischer Sagen, und, ein Leuchtthurm des tyrrhenischen Meeres, den Seefahrern zum leitenden Feuerzeichen wird, sind die höheren Vulkane durch lange Zwischenzeiten von Ruhe charakterisirt. So sehen wir die Eruptionen der meisten Colosse, welche die Andeskette krönen, fast durch ein ganzes Jahrhundert von einander getrennt. Wo man Ausnahmen von diesem Gesetze bemerkt, auf welches ich längst schon aufmerksam gemacht, mögen sie in dem Umstande gegründet sein, daß die

Verbindungen zwischen dem vulkanischen Heerde und dem Ausbruchkrater nicht bei allen Vulkanen, die man vergleicht, in gleichem Maaße als permanent frei gedacht werden können. In den niedrigen mag eine Zeit lang der Verbindungscanal verschlossen sein, so daß ihre Ausbrüche seltener werden, ohne daß sie deshalb dem Erlöschen näher sind.

Mit den Betrachtungen über das Verhältniß der absoluten Höhe zur Frequenz der Entflammung des Vulkans, in so fern dieselbe äußerlich sichtbar ist, steht in genauem Zusammenhange der Ort, an welchem die Lava sich ergießt. Bei vielen Vulkanen sind die Ausbrüche aus dem Krater überaus selten, sie geschehen meist, wie am Aetna im sechzehnten Jahrhundert der berühmte Geschichtsschreiber Bembo[86] schon als Jüngling bemerkte, auf Seitenspalten, da wo die Wände des gehobenen Berges durch ihre Gestaltung und Lage am wenigsten Widerstand leisten. Auf diesen Spalten steigen bisweilen Auswurfskegel auf: große, die man fälschlich durch den Namen neuer Vulkane bezeichnet und die an einander gereihet die Richtung einer, bald wieder geschlossenen Spalte bezeichnen; kleine in Gruppen zusammengedrängt, eine ganze Bodenstrecke bedeckend, glocken- und bienenkorbartig. Zu den letzteren gehören die hornitos de Jorullo[87], und die Kegel des Vesuvausbruchs im October 1822, des Vulkans von Awatscha nach Postels und des Lavenfeldes bei den Baidaren-Bergen nach Erman, auf der Halbinsel Kamtschatka.

Stehen die Vulkane nicht frei und isolirt in einer Ebene, sind sie, wie in der Doppelkette der Andes von Quito, von einem neun- bis zwölftausend Fuß hohen Tafellande umgeben, so kann dieser Umstand wohl dazu

beitragen, daß sie bei den furchtbarsten Ausbrüchen feuriger Schlacken, unter Detonationen, die über hundert Meilen weit vernommen werden, keine Lavaströme erzeugen[88]. So die Vulkane von Popayan, der Hochebene von Los Pastos, und der Andes von Quito, vielleicht unter den letzteren den einzigen Vulkan von Antisana ausgenommen.

Die Höhe des Aschenkegels und die Größe und Form des Kraters sind Elemente der Gestaltung, welche vorzugsweise den Vulkanen einen individuellen Charakter geben; aber beide, Aschenkegel und Krater, sind von der Dimension des ganzen Berges völlig unabhängig. Der Vesuv ist mehr als dreimal niedriger als der Pic von Teneriffa, und sein Aschenkegel erhebt sich doch zu $\frac{1}{3}$ der ganzen Höhe des Berges, während der Aschenkegel des Pics nur $\frac{1}{22}$ derselben beträgt. Bei einem viel höheren Vulkan als dem von Teneriffa, bei dem Rucu-Pichincha, tritt dagegen ein Verhältniß ein, das wiederum dem des Vesuvs näher kommt. Unter allen Vulkanen, die ich in beiden Hemisphären gesehen, ist die Kegelform des Cotopaxi die schönste und regelmäßigste. Ein plötzliches Schmelzen des Schnees an seinem Aschenkegel verkündigt die Nähe des Ausbruchs. Ehe noch Rauch sichtbar wird in den dünnen Luftschichten, die den Gipfel und die Krateröffnung umgeben, sind bisweilen die Wände des Aschenkegels von innen durchglüht, und der ganze Berg bietet dann den grausenvollsten, unheilverkündigenden Anblick der Schwärze dar.

Der Krater, welcher, sehr seltene Fälle ausgenommen, stets den Gipfel der Vulkane einnimmt, bildet ein tiefes, oft zugängliches Kesselthal, dessen Boden beständigen Veränderungen unterworfen ist. Die größere oder geringere

Tiefe des Kraters ist bei vielen Vulkanen ebenfalls ein Zeichen des nahen oder fernen Bevorstehens einer Eruption. Es öffnen und schließen sich wechselsweise in dem Kesselthale langgedehnte dampfausströmende Spalten oder kleine rundliche Feuerschlünde, die mit geschmolzenen Massen gefüllt sind. Der Boden steigt und sinkt; in ihm entstehen Schlakkenhügel und Auswurfskegel, die sich bisweilen hoch über die Ränder des Kraters erheben, den Vulkanen ganze Jahre lang eine eigenthümliche Physiognomie verleihen, aber urplötzlich während einer neuen Eruption zusammenstürzen und verschwinden. Die Oeffnungen dieser Auswurfskegel, die aus dem Kraterboden aufsteigen, dürfen nicht, wie nur zu oft geschieht, mit dem Krater selbst, der sie einschließt, verwechselt werden. Ist dieser unzugänglich durch ungeheure Tiefe und durch senkrechten Absturz der Ränder nach innen, wie auf dem Vulkan Rucu-Pichincha (14946 Fuß), so blickt man von jenen Rändern auf die Gipfel der Berge hinab, die aus dem theilweise mit Schwefeldampf gefüllten Kesselthal emporragen. Einen wunderbareren und großartigeren Naturanblick habe ich nie genossen. In der Zwischenzeit zweier Eruptionen bietet ein Krater entweder gar kein leuchtendes Phänomen, sondern bloß offene Spalten und aufsteigende Wasserdämpfe dar; oder man findet auf seinem kaum erhitzten Boden Schlackenhügel, denen man sich gefahrlos nähern kann. Sie ergötzen gefahrlos den wandernden Geognosten durch das Auswerfen feurigglühender Massen, die auf den Rand des Schlackenkegels herabfallen und deren Erscheinen kleine, ganz locale Erdstöße regelmäßig vorherverkündigen. Lava ergießt sich bisweilen aus offenen Spalten und kleinen Schlünden in den Krater selbst, ohne den Kraterrand zu durchbrechen und

überzufließen. Geſchieht aber ein ſolcher Durchbruch, ſo fließt die neueröffnete Erdquelle meiſt dergeſtalt ruhig und auf ſo beſtimmten Wegen, daß das große Keſſelthal, welches man Krater nennt, ſelbſt in dieſer Eruptions-Epoche beſucht werden kann. Ohne eine genaue Darſtellung von der Geſtaltung, gleichſam dem Normalbau der feuerſpeienden Berge können Erſcheinungen nicht richtig aufgefaßt werden, die durch phantaſtiſche Beſchreibungen und durch die Vieldeutigkeit oder vielmehr durch den ſo unbeſtimmten Sprachgebrauch der Wörter Krater, Ausbruchkegel und Vulkan lange verunſtaltet worden ſind. Die Ränder des Kraters zeigen ſich theilweiſe weit weniger veränderlich, als man es vermuthen ſollte. Sauſſure's Meſſungen, mit den meinigen verglichen, haben z. B. am Veſuv das merkwürdige Reſultat gegeben, daß in 49 Jahren (1773—1822) der nordweſtliche Rand des Vulkans (Rocca del Palo) in ſeiner Höhe über der Meeresfläche in den Grenzen der Genauigkeit unſerer Meſſungen als faſt unverändert betrachtet werden darf [89].

Vulkane, welche, wie die der Andeskette, ihren Gipfel hoch über die Grenze des ewigen Schnees erheben, bieten eigenthümliche Erſcheinungen dar. Die Schneemaſſen erregen nicht bloß durch plötzliches Schmelzen während der Eruption furchtbare Ueberſchwemmungen, Waſſerſtröme, in denen dampfende Schlacken auf dicken Eismaſſen ſchwimmen; ſie wirken auch ununterbrochen, während der Vulkan in vollkommener Ruhe iſt, durch Infiltration in die Spalten des Trachytgeſteins. Höhlungen, welche ſich an dem Abhange oder am Fuß der Feuerberge befinden, werden ſo allmälig in unterirdiſche Waſſerbehälter verwandelt, die

mit den Alpenbächen des Hochlandes von Quito durch enge Oeffnungen vielfach communiciren. Die Fische dieser Alpenbäche vermehren sich vorzugsweise im Dunkel der Höhlen; und wenn dann Erdstöße, die allen Eruptionen der Andeskette vorhergehen, die ganze Masse des Vulkans mächtig erschüttern, so öffnen sich auf einmal die unterirdischen Gewölbe, und es entstürzen ihnen gleichzeitig Wasser, Fische und tuffartiger Schlamm. Dies ist die sonderbare Erscheinung, welche der kleine Wels der Cyclopen[80], die Preñadilla der Bewohner der Hochebene von Quito gewährt. Als in der Nacht vom 19 zum 20 Junius 1698 der Gipfel des 18000 Fuß hohen Berges Carguairazo zusammenstürzte, so daß vom Kraterrande nur zwei ungeheure Felshörner stehen blieben, da bedeckten flüssiger Tuff und Unfruchtbarkeit verbreitender Letten-schlamm (lodazales), todte Fische einhüllend, auf fast zwei Quadratmeilen die Felder umher. Eben so wurden, sieben Jahr früher, die Faulfieber in der Gebirgsstadt Ibarra, nördlich von Quito, einem Fischauswurfe des Vulkans Imbaburu zugeschrieben.

Wasser und Schlamm, welche in der Andeskette nicht dem Krater selbst, sondern den Höhlen in der Trachytmasse des Berges entströmen, sind demnach im engeren Sinne des Worts nicht den eigentlichen vulkanischen Phänomenen beizuzählen. Sie stehen nur in mittelbarem Zusammenhange mit der Thätigkeit der Vulkane, fast in demselben Maaße wie der sonderbare meteorologische Proceß, welchen ich in meinen früheren Schriften mit der Benennung *vulkanischer Gewitter* bezeichnet habe. Der heiße Wasserdampf, welcher während der Eruption aus dem Krater aufsteigt und sich in den Luftkreis ergießt, bildet

beim Erkalten ein Gewölk, von dem die, viele tausend Fuß hohe Aschen- und Feuersäule umgeben ist. Eine so plötzliche Condensation der Dämpfe und, wie Gay-Lussac gezeigt hat, die Entstehung einer Wolke von ungeheurer Oberfläche vermehren die electrische Spannung. Blitze fahren schlängelnd aus der Aschensäule hervor, und man unterscheidet dann (wie am Ende des Ausbruchs des Vesuvs in den letzten Tagen des October 1822) deutlichst den rollenden Donner des vulkanischen Gewitters von dem Krachen im Inneren des Vulkans. Die aus der vulkanischen Dampfwolke herabfahrenden Blitze haben einst in Island (am Vulkan Katlagia 17 October 1755), nach Olaffen's Bericht, 11 Pferde und 2 Menschen getödtet.

Nachdem wir so in dem Naturgemälde den Bau und die dynamische Thätigkeit der Vulkane geschildert haben, müssen wir noch einen Blick auf die stoffartige Verschiedenheit ihrer Erzeugnisse werfen. Die unterirdischen Kräfte trennen alte Verbindungen der Stoffe, um neue Verbindungen hervorzubringen, sie bewegen zugleich das Umgewandelte fort, so lange es, in Wärme aufgelöst, noch verschiebbar ist. Das Erstarren des Zähen oder des Beweglich-Flüssigen unter größerem oder geringerem Drucke scheint hauptsächlich den Unterschied der Bildung plutonischer und vulkanischer Gebirgsarten zu bestimmen. Eine Gebirgsart, in schmalen Längen-Zonen einer vulkanischen Mündung (einem Erde-Quell) entflossen, heißt Lava. Wo mehrere Lavaströme sich begegnen und in ihrem Laufe aufgehalten werden, dehnen sie sich in der Breite aus und füllen große Becken, in welchen sie zu auf einander gelagerten Schichten erstarren. Diese wenigen Sätze enthalten das Allgemeine der productiven Thätigkeit der Vulkane.

Gebirgsarten, welche die Vulkane bloß durchbrechen, bleiben oft in den Feuerproducten eingeschlossen. So habe ich feldspathreiche Syenitmassen in den schwarzen Augitlaven des mexicanischen Vulkans von Jorullo, als eckige Stücke eingewachsen, gefunden; die Massen von Dolomit und körnigem Kalkstein aber, welche prachtvolle Drusen krystallisirter Fossilien (Vesuviane und Granaten, von Mejonit, Nephelin und Sodalit bedeckt) enthalten, sind nicht Auswürflinge des Vesuvs: „sie gehören vielmehr einer sehr allgemein verbreiteten Formation, Tuffschichten an, welche älter als die Erhebung der Somma und des Vesuvs, wahrscheinlich Erzeugnisse einer submarinischen, tief im Inneren verborgenen vulkanischen Wirkung sind.“ [91] Unter den Producten der jetzigen Vulkane finden sich fünf Metalle: Eisen, Kupfer, Blei, Arsenik, und das von Stromeyer im Krater von Volcano entdeckte Selen. Durch dampfende Fumarolen sublimiren sich Chloreisen, Chlorkupfer, Chlorblei und Chlorammonium; Eisenglanz [92] und Kochsalz (das letzte oft in großer Menge) erscheinen als Gangtrümmer in frischgeflossenen Lavaströmen oder auf neuen Spalten der Kraterränder.

Die mineralische Zusammensetzung der Laven ist verschieden nach der Natur des krystallinischen Gesteins, aus welchem der Vulkan besteht, nach der Höhe des Punktes, wo der Ausbruch geschieht (ob am Fuß des Berges oder in der Nähe des Kraters), nach dem Temperatur-Zustande des Inneren. Glasartige vulkanische Bildungen, Obsidian, Perlstein oder Bimsstein fehlen einigen Vulkanen ganz, wenn dieselben bei anderen nur aus dem Krater selbst oder wenigstens aus beträchtlichen Höhen entspringen. Diese

wichtigen und verwickelten Verhältnisse können allein durch sehr genaue krystallographische und chemische Untersuchungen ergründet werden. Mein sibirischer Reisebegleiter Gustav Rose, wie später Hermann Abich haben mit vielem Glücke und Scharfsinn angefangen über das dichte Gewebe so verschiedenartiger vulkanischer Felsarten ein helles Licht zu verbreiten.

Von den aufsteigenden Dämpfen ist der größere Theil reiner Wasserdampf. Condensirt, wird derselbe als Quelle z. B. auf der Insel Pantellaria von Ziegenhirten benutzt. Was man, am Morgen des 26 October 1822, aus dem Krater des Vesuvs durch eine Seitenspalte sich ergießen sah und lange für siedendes Wasser hielt, war nach Monticelli's genauer Untersuchung trockne Asche, die wie Triebsand herabschoß, eine durch Reibung zu Staub zerfallene Lava. Das Erscheinen der Asche aber, welche Stunden, ja Tage lang die Luft verfinstert und durch ihren Fall, den Blättern anklebend, den Weingärten und Oelbäumen so verderblich wird, bezeichnet durch ihr säulenförmiges Emporsteigen, von Dämpfen getragen, jedes Ende einer großen Eruption. Das ist die prachtvolle Erscheinung, die am Vesuv schon der jüngere Plinius in dem berühmten Briefe an Cornelius Tacitus mit der Gestalt einer hochgezweigten, aber schattigen Pinie verglichen hat. Was man bei Schlackenausbrüchen als Flammen beschreibt, ist, wie der Lichtglanz der rothen Gluthwolken, die über dem Krater schweben, gewiß nicht brennendem Wasserstoffgas zuzuschreiben. Es sind vielmehr Lichtreflexe, die von den hochgeschleuderten geschmolzenen Massen ausgehen; theils auch Lichtreflexe aus der Tiefe, welche die aufsteigenden Dämpfe

erleuchten. Was aber die Flammen ſein mögen, die man bisweilen während der Thätigkeit von Küſten-Vulkanen oder kurz vor der Hebung eines vulkaniſchen Eilandes ſeit Strabo's Zeiten aus dem tiefen Meere hat aufſteigen geſehen, entſcheiden wir nicht.

Wenn die Frage aufgeworfen wird, was in den Vulkanen brenne, was die Wärme errege, die Erden und Metalle ſchmelzend miſcht, ja Lavaſtrömen von großer Dicke[93] mehrere Jahre lang eine erhöhte Temperatur giebt; ſo liegt einer ſolchen Frage das Vorurtheil zum Grunde, Vulkane müßten nothwendig, wie die Erdbrände der Steinkohlenflöze, an das Daſein gewiſſer feuerernährender Stoffe gebunden ſein. Nach den verſchiedenen Phaſen chemiſcher Anſichten wurden ſo bald Erdpech, bald Schwefelkies oder der feuchte Contact von fein zertheiltem Schwefel und Eiſen, bald pyrophorartige Subſtanzen, bald die Metalle der Alkalien und Erden als die Urſach der vulkaniſchen Erſcheinungen in ihrer intenſiven Thätigkeit bezeichnet. Der große Chemiker, welchem wir die Kenntniß der brennbarſten metalliſchen Subſtanzen verdanken, Sir Humphry Davy, hat in ſeinem letzten, ein wehmüthiges Gefühl erregenden Werke (Consolation in travel and last days of a Philosopher) ſeiner kühnen chemiſchen Hypotheſe ſelbſt entſagt. Die große mittlere Dichtigkeit des Erdkörpers (5,44) verglichen mit dem ſpecifiſchen Gewichte des Kalium (0,865) und Natrium (0,972) oder der Erd-Metalle (1,2), der Mangel von Waſſerſtoffgas in den luftförmigen Emanationen der Kraterſpalten und der nicht erkalteten Lavaſtröme, viele chemiſche Betrachtungen endlich[94] ſtehen in Widerſpruch mit den früheren Vermuthungen von Davy und Ampère.

Entwickelte ſich Hydrogen bei dem Ausbruch der Lava, wie groß müßte nicht deſſen Maſſe ſein, wenn bei einer ſehr niedrigen Lage des Eruptionspunktes die ausfließende Lava, wie in dem denkwürdigen von Mackenzie und Soemund Magnuſſen beſchriebenen Ausbruch am Fuß des Skaptar-Jökul in Island (11 Junius bis 3 Auguſt 1783), viele Quadratmeilen Landes bedeckt, und angedämmt mehrere hundert Fuß Dicke erreicht! Eben ſolche Schwierigkeiten zeigen ſich bei der geringen Menge ausſtrömenden Stickgaſes, wenn man das Eindringen der atmoſphäriſchen Luft in den Krater, oder, wie man bildlich ſich ausdrückt, ein Einathmen des Erdkörpers, annimmt. Eine ſo allgemeine, ſo tief wirkende, ſich im Inneren ſo weit fortpflanzende Thätigkeit, als die der Vulkane, kann wohl nicht ihren Urquell in der chemiſchen Verwandtſchaft, in dem Contact einzelner nur örtlich verbreiteter Stoffe haben. Die neuere Geognoſie ſucht dieſen Urquell lieber in der unter jeglichem Breitengrade mit der Tiefe zunehmenden Temperatur, in der mächtigen inneren Wärme, welche der Planet ſeinem erſten Erſtarren, ſeiner Bildung im Weltraume, der kugelförmigen Zuſammenziehung dunſtförmiger elliptiſch kreiſender Stoffe verdankt. Neben dem ſicheren Wiſſen ſteht das Vermuthen und Meinen. Eine philoſophiſche Naturkunde ſtrebt ſich über das enge Bedürfniß einer bloßen Naturbeſchreibung zu erheben. Sie beſteht, wie wir mehrmals erinnert haben, nicht in der ſterilen Anhäufung iſolirter Thatſachen. Dem neugierig regſamen Geiſte des Menſchen muß es erlaubt ſein, aus der Gegenwart in die Vorzeit hinüberzuſchweifen, zu ahnden, was noch nicht klar erkannt werden kann, und ſich

an den alten, unter so vielerlei Formen immer wiederkehrenden Mythen der Geognosie zu ergötzen. Wenn wir Vulkane als unregelmäßig intermittirende Quellen betrachten, die ein flüssiges Gemenge von oxydirten Metallen, Alkalien und Erden ausstoßen, sanft und stille fließen, wo dies Gemenge, durch den mächtigen Druck der Dämpfe gehoben, irgendwo einen Ausgang findet; so erinnern wir uns unwillkührlich an Platon's geognostische Phantasien, nach denen die heißen Quellen, wie alle vulkanischen Feuerströme, Ausflüsse des Pyriphlegeton[95], einer im Inneren des Erdkörpers allgegenwärtigen Ursache, sind.

Die Art der Vertheilung der Vulkane auf der Erdfläche, unabhängig von allen klimatischen Verschiedenheiten, ist sehr scharfsinnig und charakteristisch auf zwei Classen zurückgeführt worden: auf Central- und Reihen-Vulkane, „je nachdem dieselben den Mittelpunkt vieler, fast gleichmäßig nach allen Seiten hin wirkender Ausbrüche bilden, oder in Einer Richtung, wenig von einander entfernt, liegen, gleichsam als Essen auf einer langgedehnten Spalte. Die Reihenvulkane sind wiederum zweierlei Art. Entweder erheben sie sich als einzelne Kegel-Inseln von dem Grunde des Meeres, und es läuft ihnen meist zur Seite, in derselben Richtung, ein primitives Gebirge, dessen Fuß sie zu bezeichnen scheinen, oder die Reihenvulkane stehen auf dem höchsten Rücken dieser Gebirgsreihe und bilden die Gipfel selbst.“[96] Der Pic von Teneriffa z. B. ist ein Centralvulkan, der Mittelpunkt der vulkanischen Gruppe, von welchem die Ausbrüche von Palma und Lancerote herzuleiten sind. Die lange, mauerartig fortlaufende, bald einfache, bald in zwei und drei parallele

Ketten getheilte und dann durch schmale Querjöcher gegliederte Andeskette bietet vom südlichen Chili bis zur Nordwestküste von Amerika die großartigste Erscheinung des Auftretens von Reihenvulkanen in einem Festlande dar. In der Andeskette verkündigt sich die Nähe thätiger Vulkane durch das plötzliche Auftreten gewisser Gebirgsarten (Dolerit, Melaphyr, Trachyt, Andesit, Diorit-Porphyr), welche die sogenannten uranfänglichen, wie die schiefrigen und sandsteinartigen Uebergangsschichten und die Flözformationen trennen. Ein solches immer wiederkehrendes Phänomen hatte früh in mir die Ueberzeugung angeregt, daß jene sporadischen Gebirgsarten der Sitz vulkanischer Erscheinungen wären und daß sie die vulkanischen Ausbrüche bedingten. Am Fuß des mächtigen Tunguragua, bei Penipe (an den Ufern des Rio Puela), sah ich zum ersten Male und deutlich einen Glimmerschiefer, der auf Granit ruht, vom vulkanischen Gestein durchbrochen.

Auch die Reihenvulkane des Neuen Continents sind theilweise, wo sie nahe liegen, in gegenseitiger Abhängigkeit von einander; ja man sieht seit Jahrhunderten sich die vulkanische Thätigkeit in gewissen Richtungen (in der Provinz Quito von Norden nach Süden [97]) allmälig fortbewegen. Der Heerd selbst liegt unter dem ganzen Hochlande dieser Provinz; die einzelnen Verbindungs-Oeffnungen mit der Atmosphäre sind die Berge, welche wir, mit besonderen Namen, als Vulkane von Pichincha, Cotopari oder Tunguragua bezeichnen, und die durch ihre Gruppirung, wie durch Höhe und Gestaltung den erhabensten und malerischsten Anblick darbieten, der irgendwo in einer vulkanischen Landschaft auf einem schmalen Raume zu finden ist. Da die äußersten Glieder

ſolcher Gruppen von Reihenvulkanen durch unterirdiſche Communicationen mit einander verbunden ſind, wie vielfache Erfahrungen lehren, ſo erinnert dieſe Thatſache an Seneca's alten und wahren Ausſpruch [98], daß „der Feuerberg nur der Weg der tiefer liegenden vulkaniſchen Kräfte ſei". Auch im mexicaniſchen Hochlande ſcheinen die Vulkane (Orizaba, Popocatepetl, Jorullo, Colima), von denen ich nachgewieſen [99], daß ſie alle in Einer Richtung zwiſchen 18° 59′ und 19° 12′ nördl. Breite liegen, eine Querſpalte von Meer zu Meer und eine Abhängigkeit von einander anzudeuten. Der Vulkan von Jorullo iſt den 29 September 1759 genau in dieſer Richtung, auf derſelben Querſpalte ausgebrochen, und zu einer Höhe von 1580 Fuß über der umherliegenden Ebene emporgeſtiegen. Der Berg gab nur einmal einen Erguß von Lava, genau wie der Epomeo auf Iſchia im Jahr 1302.

Wenn aber auch der Jorullo, von jedem thätigen Vulkan zwanzig Meilen entfernt, im eigentlichſten Sinne des Worts ein neuer Berg iſt, ſo darf man ihn doch nicht mit der Erſcheinung des Monte Nuovo (19 Sept. 1538) bei Puzzuolo verwechſeln, welcher den Erhebungskratern beigezählt wird. Naturgemäßer glaube ich ſchon ehemals den Ausbruch des neu entſtandenen mexicaniſchen Vulkans mit der vulkaniſchen Hebung des Hügels von Methone (jetzt Methana) auf der trözeniſchen Halbinſel verglichen zu haben. Dieſe, von Strabo und Pauſanias beſchriebene Hebung hat einen der phantaſiereichſten römiſchen Dichter veranlaßt, Anſichten zu entwickeln, welche mit denen der neuern Geognoſie auf eine merkwürdige Art übereinſtimmen. „Einen Tumulus ſieht man bei Trözene,

ſchroff und baumlos; einſt eine Ebne, jetzt einen Berg. Die in finſtern Höhlen eingeſchloſſenen Dämpfe ſuchen vergebens eine Spalte als Ausweg. Da ſchwillt durch der eingezwängten Dämpfe Kraft der ſich dehnende Boden wie eine luftgefüllte Blaſe empor; er ſchwillt wie das Fell eines zweigehörnten Bockes. Die Erhebung iſt dem Orte geblieben, und der hoch emporragende Hügel hat ſich im Laufe der Zeit zu einer nackten Felsmaſſe erhärtet." So maleriſch und, wie analoge Erſcheinungen uns zu glauben berechtigen, zugleich auch ſo wahr ſchildert Ovidius die große Naturbegebenheit, die ſich zwiſchen Trözene und Epidaurus, da wo Rußegger noch Trachyt-Durchbrüche gefunden, 282 Jahre vor unſerer Zeitrechnung, alſo 45 Jahre vor der vulkaniſchen Trennung von Thera (Santorin) und Therafia, ereignete.[100]

Unter den Eruptions-Inſeln, welche den Reihenvulkanen zugehören, iſt Santorin die wichtigſte. „Sie vereinigt in ſich die ganze Geſchichte der Erhebungs-Inſeln. Seit vollen 2000 Jahren, ſo weit Geſchichte und Tradition reicht, haben die Verſuche[1] der Natur nicht aufgehört, in der Mitte des Erhebungskraters einen Vulkan zu bilden." Aehnliche inſulare Hebungen, und dazu noch faſt in regelmäßiger Wiederkehr von 80 oder 90 Jahren[2], offenbaren ſich bei der Inſel San Miguel in der Gruppe der Azoren; doch iſt der Meeresgrund hier nicht ganz an denſelben Punkten gehoben worden. Die von Capitän Tillard benannte Inſel Sabrina iſt leider zu einer Zeit erſchienen (30 Januar 1811), wo der politiſche Zuſtand der ſeefahrenden Völker im Weſten von Europa wiſſenſchaftlichen Inſtituten nicht erlaubt hat, dieſem großen Ereigniß die

Aufmerksamkeit zu schenken, welche später, in dem Meere von Sicilien (2 Juli 1831), der neuen und bald wieder zertrümmerten Feuerinsel Ferdinandea, zwischen der Kalkstein-Küste von Sciacca und der rein vulkanischen Pantellaria, zu Theil wurde.[3]

Die geographische Vertheilung der Vulkane, welche in historischen Zeiten thätig geblieben sind, hat bei der großen Zahl von Insel- und Küsten-Vulkanen, wie bei den noch immer sich von Zeit zu Zeit, wenn auch nur ephemer, darbietenden Ausbrüchen im Meeresgrunde, früh den Glauben erzeugt, als stehe die vulkanische Thätigkeit in Verbindung mit der Nähe des Meeres, als könne sie ohne dieselbe nicht fortdauern. „Viele Jahrhunderte schon", sagt Justinus[4], oder vielmehr Trogus Pompejus, dem er nachschreibt, „brennen der Aetna und die äolischen Inseln; und wie wäre diese lange Dauer möglich, wenn nicht das nahe Meer dem Feuer Nahrung gäbe?" Um die Nothwendigkeit der Meeresnähe zu erklären, hat man selbst in den neueren Zeiten die Hypothese des Eindringens des Meerwassers in den Heerd der Vulkane, d. h. in tiefliegende Erdschichten, aufgestellt. Wenn ich alles zusammenfasse, was ich der eignen Anschauung oder fleißig gesammelten Thatsachen entnehmen kann, so scheint mir in dieser verwickelten Untersuchung alles auf den Fragen zu beruhen: ob die unläugbar große Masse von Wasserdämpfen, welche die Vulkane, selbst im Zustande der Ruhe, aushauchen, dem mit Salzen geschwängerten Meerwasser oder nicht vielmehr den sogenannten süßen Meteorwassern ihren Ursprung verdanken; ob bei verschiedener Tiefe des vulkanischen Heerdes (z. B. bei einer Tiefe von 88000 Fuß,

wo die Expansivkraft des Wasserdampfes an 2800 Atmosphären beträgt) die Expansivkraft der erzeugten Dämpfe dem hydrostatischen Drucke des Meeres das Gleichgewicht halten und den freien Zutritt des Meeres zu dem Heerde unter gewissen Bedingungen[5] gestatten könne; ob die vielen metallischen Chlorüren, ja die Entstehung des Kochsalzes in den Kraterspalten, ob die oftmalige Beimischung von Hydrochlorsäure in den Wasserdämpfen nothwendig auf jenen Zutritt des Meerwassers schließen lassen; ob die Ruhe der Vulkane (die temporäre, oder die endliche und völlige Ruhe) von der Verstopfung der Canäle abhange, welche vorher die Meer- oder Meteorwasser zuführten, oder ob nicht vielmehr der Mangel von Flammen und von ausgehauchtem Hydrogen (das geschwefelte Wasserstoffgas ist mehr den Solfataren als den thätigen Vulkanen eigen) mit der Annahme großer Massen zersetzten Wassers in offenbarem Widerspruch stehe?

Die Erörterung so wichtiger physikalischer Fragen gehört nicht in den Entwurf eines Naturgemäldes. Wir verweilen hier bei der Angabe der Erscheinungen, bei dem Thatsächlichen in der geographischen Vertheilung der noch entzündeten Vulkane. Diese lehrt, daß in der Neuen Welt drei derselben, der Jorullo, der Popocatepetl und der Volcan de la Fragua, 20, 33 und 39 geographische Meilen von der Meeresküste entfernt sind; ja daß in Central-Asien, worauf Abel-Rémusat[6] die Geognosten zuerst aufmerksam gemacht hat, eine große vulkanische Gebirgskette, der Thianschan (Himmelsgebirge), mit dem lavaspeienden Pe-schan, der Solfatare von Urumtsi und dem noch brennenden Feuerberge (Ho-tscheu) von Turfan, fast in gleicher

Entfernung (370—382 Meilen) von dem Littoral des Eismeeres und dem des indischen Oceans liege. Der Abstand des Pe-schan vom caspischen Meere ist auch noch volle 340 Meilen; von den großen Seen Issikul und Balkasch ist er 43 und 52 Meilen[7]. Merkwürdig scheint dabei, daß sich von den vier großen parallelen Gebirgsketten, dem Altai, dem Thian-schan, dem Kuen-lün und dem Himalaya, welche den asiatischen Continent von Osten nach Westen durchstreichen, nicht die einem Ocean nähere Gebirgskette (der Himalaya), sondern die zwei inneren (der Thian-schan und Kuen-lün), in 400 und 480 Meilen Entfernung vom Meere, feuerspeiend, wie der Aetna und Vesuv, Ammoniak erzeugend, wie die Vulkane von Guatimala, gezeigt haben. Die chinesischen Schriftsteller beschreiben auf das unverkennbarste in den Rauch- und Flammenausbrüchen des Pe-schan, die im ersten und siebenten Jahrhunderte unserer Zeitrechnung die Umgegend verheerten, 10 Li lange Lavaströme. „Brennende Steinmassen", sagen sie, „flossen dünn wie geschmolzenes Fett." Die hier zusammengedrängten, bisher nicht genug beachteten Thatsachen machen es wahrscheinlich, daß Meeresnähe und das Eindringen von Meerwasser in den Heerd der Vulkane nicht unbedingt nothwendig zum Ausbrechen des unterirdischen Feuers sei; und daß das Littoral dieses Ausbrechen wohl nur deshalb befördere, weil es den Rand des tiefen Meerbeckens bildet, welches, von Wasserschichten bedeckt, einen geringeren Widerstand leistet und viele tausend Fuß tiefer liegt, als das innere und höhere Festland.

Die jetzt thätigen, durch permanente Krater gleichzeitig mit dem Inneren des Erdkörpers und mit dem Luftkreise

communicirenden Vulkane haben ſich zu einer ſo ſpäten Epoche eröffnet, daß damals die oberſten Kreideſchichten und alle Tertiärgebilde ſchon vorhanden waren. Dies bezeugen die Trachyt-Eruptionen, auch die Baſalte, welche oft die Wände der Erhebungskrater bilden. Melaphyre reichen bis in die mittleren Tertiärſchichten, fangen aber ſchon an ſich zu zeigen unter der Jura-Formation, indem ſie den bunten Sandſtein durchbrechen. [8] Mit den jetzt durch Krater thätigen Vulkanen ſind die früheren Ergießungen von Granit, Quarz-Porphyr und Euphotide auf offnen, ſich bald wieder ſchließenden Spalten (Gängen) im alten Uebergangsgebirge nicht zu verwechſeln.

Das Erlöſchen der vulkaniſchen Thätigkeit iſt entweder ein nur *partielles*, ſo daß in derſelben Gebirgskette das unterirdiſche Feuer einen anderen Ausweg ſucht; oder ein totales, wie in der Auvergne; ſpätere Beiſpiele liefern, in ganz hiſtoriſcher Zeit, der Vulkan Moſychlos [9] auf der dem Hephäſtos geweihten Inſel, deſſen „emporwirbelnde Flammengluth“ noch Sophokles kannte, und der Vulkan von Medina, welcher nach Burckhardt noch am 2 Nov. 1276 einen Lavaſtrom ausſtieß. Jedes Stadium der vulkaniſchen Thätigkeit, von ihrer erſten Regung bis zu ihrem Erlöſchen, iſt durch eigene Producte charakteriſirt: zuerſt durch feurige Schlacken, durch Trachyt-, Pyroxen- und Obſidian-Laven in Strömen, durch Rapilli und Tuffaſche unter Entwickelung vieler, meiſt *reiner* Waſſerdämpfe; ſpäter, als Solfatare, durch Waſſerdämpfe gemiſcht mit Schwefelwaſſerſtoffgas und mit Kohlenſäure; endlich bei völligem Erkalten durch kohlenſaure Exhalationen allein. Ob die wunderbare Claſſe von Feuerbergen, die keine Lava, ſondern nur furchtbar

verheerende heiße Wasserströme [10], angeschwängert mit brennendem Schwefel und zu Pulver zerfallenem Gestein, ausstoßen (z. B. der Galunggung auf Java), einen Normalzustand oder nur eine gewisse vorübergehende Modification des vulkanischen Processes offenbaren; bleibt so lange unentschieden, als sie nicht von Geognosten besucht werden, welche zugleich mit den Kenntnissen der neueren Chemie ausgerüstet sind.

Dies ist die allgemeinste Schilderung der Vulkane, eines so wichtigen Theils des Erdenlebens, welche ich hier zu entwerfen versucht habe. Sie gründet sich theilweise auf meine eigenen Beobachtungen, in der Allgemeinheit ihrer Umrisse aber auf die Arbeiten meines vieljährigen Freundes, Leopolds von Buch, des größten Geognosten unseres Zeitalters, welcher zuerst den inneren Zusammenhang der vulkanischen Erscheinungen und ihre gegenseitige Abhängigkeit von einander nach ihren Wirkungen und räumlichen Verhältnissen erkannt hat.

Die Vulcanicität, d. h. die Reaction des Inneren eines Planeten auf seine äußere Rinde und Oberfläche, ist lange Zeit nur als ein isolirtes Phänomen, in der zerstörenden Wirkung ihrer finstern unterirdischen Gewalten betrachtet worden; erst in der neuesten Zeit hat man angefangen, zum größten Vortheil einer auf physikalische Analogien gegründeten Geognosie, die vulkanischen Kräfte als neue Gebirgsarten bildend oder als ältere Gebirgsarten umwandelnd zu betrachten. Hier ist der schon früher angedeutete Punkt, wo eine tiefer ergründete Lehre von der Thätigkeit brennender oder Dämpfe ausströmender Vulkane uns in dem allgemeinen Natur-

gemälde auf Doppelwegen, einmal zu dem mineralogischen Theile der Geognosie (Lehre vom Gewebe und von der Folge der Erdschichten), dann zu der Gestaltung der über dem Meeresspiegel gehobenen Continente und Inselgruppen (Lehre von der geographischen Form und den Umrissen der Erdtheile) leitet. Die erweiterte Einsicht in eine solche Verkettung von Erscheinungen ist eine Folge der philosophischen Richtung, welche die ernsten Studien der Geognosie so allgemein genommen haben. Größere Ausbildung der Wissenschaften leitet, wie die politische Ausbildung des Menschengeschlechts, zur Einigung dessen, was lange getrennt blieb.

Wenn wir die Gebirgsarten nicht nach Unterschieden der Gestaltung und Reihung in geschichtete und ungeschichtete, schiefrige und massige, normale und abnorme eintheilen, sondern den Erscheinungen der Bildung und Umwandlung nachspüren, welche noch jetzt unter unseren Augen vorgehen, so finden wir einen vierfachen Entstehungs-Proceß der Gebirgsarten: 1) Eruptions-Gestein aus dem Innern der Erde, vulkanisch geschmolzen, oder in weichem, mehr oder minder zähem Zustande plutonisch ausgebrochen; 2) Sediment-Gestein, aus einer Flüssigkeit, in der die kleinsten Theile aufgelöst waren oder schwebten, an der Oberfläche der Erdrinde niedergeschlagen und abgesetzt (der größere Theil der Flöz- und Tertiärgruppe); 3) umgewandeltes (metamorphosirtes) Gestein, verändert in seinem inneren Gewebe und seiner Schichtenlage entweder durch Contact und Nähe eines plutonischen oder vulkanischen (endogenen [1]) Ausbruchs-Gesteins, oder, was wohl häufiger der Fall ist, verändert

durch dampfartige Sublimation von Stoffen [12], welche das heiß-flüssige Hervortreten gewisser Eruptions-Massen begleitet; 4) Conglomerate, grob- oder feinkörnige Sandsteine, Trümmergesteine, aus mechanisch zertheilten Massen der drei vorigen Gattungen zusammengesetzt.

Die vierfachen Gestein-Bildungen, welche noch gegenwärtig fortschreiten, durch Erguß vulkanischer Massen als schmale Lavaströme, durch Einwirkung dieser Massen auf früher erhärtete Gesteine, durch mechanische Abscheidung oder chemische Niederschläge aus den mit Kohlensäure geschwängerten tropfbaren Flüssigkeiten, endlich durch Verkittung zertrümmerter, oft ganz ungleichartiger Felsarten; sind Erscheinungen und Bildungsprocesse, die gleichsam nur als ein schwacher Abglanz von dem zu betrachten sein möchten, was bei intensiverer Thätigkeit des Erdenlebens in dem chaotischen Zustande der Urwelt, unter ganz andern Bedingungen des Druckes und einer erhöhten Temperatur, sowohl der ganzen Erdrinde, als des mit Dämpfen überfüllten und weit ausgedehnteren Luftkreises, geschehen ist. Wenn jetzt, wo in der festeren Erdrinde vormals offene, mächtige Spalten durch gehobene, gleichsam herausgeschobene Gebirgsketten oder durch gangartig sich eindrängende Eruptionsgesteine (Granit, Porphyr, Basalt, Melaphyr) mannigfach erfüllt und verstopft sind, auf Flächenräumen so groß als Europa kaum vier Oeffnungen (Vulkane) übrig geblieben sind, durch welche Feuer- und Gestein-Ausbrüche geschehen; so waren vormals in der vielgespaltenen, dünneren, auf- und abwärts wogenden Erdrinde fast überall Communicationswege zwischen dem geschmolzenen Inneren und der Atmosphäre vorhanden. Gasartige

Ausströmungen, aus sehr ungleichen Tiefen emporsteigend und deshalb chemisch verschiedene Stoffe führend, belebten die plutonischen Bildungs- und Umwandlungs-Processe. Auch die Sediment-Formationen, Niederschläge aus tropfbaren Flüssigkeiten, die wir als Travertino-Schichten bei Rom wie bei Hobart-Town in Australien aus kalten und warmen Quell- und Flußwassern sich täglich bilden sehen, geben nur ein schwaches Bild von dem Entstehen der Flöz-Formationen. Unsre Meere, durch Processe, die noch nicht allgemein und genau genug untersucht worden sind, bauen allmälig durch Niederschlag, durch Anschwemmung und Verkittung (sicilische Küsten, Insel Ascension, König Georgs-Sund in Australien) kleine Kalksteinbänke auf, deren Härte freilich an einzelnen Punkten fast der des Marmors von Carrara gleichkommt [13]. An den Küsten der antillischen Inseln enthalten diese Bildungen des jetzigen Oceans Töpfe, Werkzeuge des menschlichen Kunstfleißes, ja (auf Guadeloupe) selbst menschliche Skelette vom Caraiben-Stamme. Die Neger der französischen Colonien bezeichnen diese Formation mit dem Ausdruck Gottesmauerwerk: maçonne-bon-Dieu [14]. Eine kleine Oolithen- (Rogenstein-) Schicht, welche trotz ihrer Neuheit an Jurakalkstein erinnert, ist auf der canarischen Insel Lancerote für ein Erzeugniß des Meeres und der Seestürme erkannt worden. [15]

Die zusammengesetzten Gebirgsarten sind bestimmte Associationen gewisser oryktognostisch einfacher Fossilien (Feldspathe, Glimmer, feste Kieselsäure, Augit, Nephelin). Sehr ähnliche, aus denselben Elementen bestehende, aber anders gruppirte Gebirgsarten werden durch vulkanische Processe unter unseren Augen wie in der Vorzeit erzeugt.

Die Unabhängigkeit der Gebirgsarten von räumlichen, geographischen Verhältnissen ist so groß, daß, wie wir schon oben[16] bemerkt, nördlich und südlich vom Aequator, in den fernesten Zonen, der Geognost über ihr ganz heimisches Ansehen, über die Wiederholung der kleinsten Eigenheiten in der periodischen Reihenfolge silurischer Schichten, in der Wirkung des Contactes mit augitischen Eruptionsmassen erstaunt.

Treten wir nun der Ansicht von vier Entstehungsformen der Gebirgsarten (vier Phasen der Bildungs-Zustände) näher, in welchen sich uns die geschichteten und ungeschichteten Theile der Erdrinde zeigen, so nennen wir in dem endogenen oder Eruptionsgestein, dem sogenannten massigen und abnormen der neueren Geognosten, als unmittelbare Erzeugnisse unterirdischer Thätigkeit folgende Hauptgruppen:

Granit und Syenit von sehr verschiedenem relativen Alter, doch häufig der Granit neueren Ursprunges, den Syenit[17] gangartig durchsetzend, dann also die treibende, hebende Kraft. „Wo der Granit inselförmig als große Masse, als sanft gewölbtes Ellipsoid auftritt, sei es am Harz, oder in Mysore, oder im unteren Peru, da ist er mit in Blöcke zersprengten Schalen bedeckt. Ein solches Felsen-Meer verdankt wahrscheinlich seinen Ursprung einer Zusammenziehung der anfänglich mit großer Ausdehnung aufsteigenden Oberfläche des Granitgewölbes.“[18] Auch im nördlichen Asien[19], in der reizenden, romantischen Umgebung des Kolivan-Sees am nordwestlichen Abhange des Altai, wie am Abfall der Küstenkette von Caracas bei las

Trincheras[20] habe ich Abtheilung des Granits in Bänken gesehen, die wohl ähnlichen Zusammenziehungen ihren Ursprung verdanken, aber tief in das Innere einzudringen scheinen. Weiter in Süden vom See Kolivan, gegen die Grenze der chinesischen Provinz Ili hin (zwischen Buchtarminsk und dem Flusse Narym), sind die Gestaltungen des ganz ohne Gneiß auftretenden Eruptionsgesteins auffallender, als ich sie in irgend einem Erdtheile gesehen. Der Granit, an der Oberfläche immer schalig und durch tafelförmige Absonderung charakterisirt, steigt in der Steppe bald in kleinen, kaum 6 bis 8 Fuß hohen, halbkugelförmigen Hügeln, bald in basaltähnlichen Kuppen auf, die am Fuße zu zwei entgegengesetzten Seiten wie in schmale mauerförmige Ergießungen ausgehen.[21] In den Cataracten des Orinoco, wie am Fichtelgebirge (Seißen), in Galicien und zwischen der Südsee und der Hochebene von Merico (an dem Papagallo) habe ich den Granit in großen abgeplatteten Kugeln gesehen, die wie Basalt sich in concentrisch abgesonderte Stücke spalten. Im Irtysch-Thale zwischen Buchtarminsk und Ustkamenogorsk bedeckt der Granit eine Meile lang den Uebergangs-Thonschiefer[22], und dringt in denselben von oben in schmalen, vielgetheilten, sich auskeilenden Gängen ein. Ich habe diese Einzelheiten beispielsweise nur deshalb angeführt, um an einer weit verbreiteten Gebirgsart den individuellen Charakter der Eruptionsgesteine zu bezeichnen. So wie der Granit in Sibirien und im Departement de Finisterre (Ile de Mihau) den Schiefer, so bedeckt er in den Bergen von Oisons (Fermonts) den

Jurakalkſtein, in Sachſen bei Weinböhla den Syenit und mittelſt dieſes Geſteins die Kreide [23]. Im Ural bei Murſinſk iſt der Granit druſig, und dieſe Druſen ſind, wie bei Spalten und Druſen neuer vulkaniſcher Erzeugniſſe, der plutoniſche Sitz vieler prachtvollen Kryſtalle, beſonders von Beryllen und Topaſen.

Quarz-Porphyre, den Lagerungsverhältniſſen nach oft gangförmiger Natur. Die ſogenannte Grundmaſſe iſt meiſt ein feinkörniges Gemenge derſelben Elemente, welche als größere eingewachſene Kryſtalle auftreten. Im granitartigen Porphyr, der ſehr arm an Quarz iſt, wird die feldſpathartige Grundmaſſe faſt körnig blättrig. [24]

Grünſteine, Diorite, körnige Gemenge von weißem Albit und ſchwärzlichgrüner Hornblende, zu Dioritporphyren geſtaltet, wenn eine Grundmaſſe von dichterem Gewebe vorhanden iſt, in der die Kryſtalle ausgeſchieden liegen. Dieſe Grünſteine, bald rein, bald durch Diallage-Blätter, die ſie einſchließen (Fichtelgebirge), in Serpentin übergehend, ſind bisweilen lagerartig auf den alten Schichtungsklüften des grünen Thonſchiefers in dieſen eingedrungen; öfters aber durchſetzen ſie gangartig das Geſtein, oder erſcheinen als Grünſtein-Kugeln, ganz den Baſalt- und Porphyr-Kugeln analog. [25]

Hyperſthenfels, ein körniges Gemenge von Labrador und Hyperſthen.

Euphotid und Serpentin, ſtatt des Diallags bisweilen Augit- und Uralit-Kryſtalle enthaltend und ſo einem anderen häufigeren, und ich möchte ſagen noch

thätigeren Eruptionsgeſtein, dem Augitporphyr, nahe verwandt. [26]

Melaphyr, Augit-, Uralit- und Oligoklas-Porphyre. Zu letzteren gehört der als Kunſtmaterial ſo berühmte ächte Verde antico.

Baſalt mit Olivin und in Säuren gelatinirenden Beſtandtheilen, Phonolith (Porphyrſchiefer), Trachyt und Dolerit; das zweite dieſer Geſteine immer, das erſte nur theilweiſe in dünne Tafeln geſpalten, was beiden auf großen Strecken das Anſehen der Schichtung giebt. In der Zuſammenſetzung und dem innigen Gewebe des Baſalts bilden, nach Girard, Meſotyp und Nephelin einen wichtigen Theil. Der Nephelin-Gehalt des Baſaltes mahnt den Geognoſten an den, mit Granit verwechſelten, bisweilen zirkonhaltigen Miaſcit des Ilmengebirges im Ural [27], wie an den von Gumprecht aufgefundenen Pyroxen-Nephelin bei Löbau und Chemnitz.

Zu der zweiten Claſſe der Entſtehungsformen, dem Sedimentgeſtein, gehört der größere Theil der Formationen, welche man unter den alten, ſyſtematiſchen, aber nicht gar correcten Benennungen von Uebergangs-, Flöz- oder Secundär- und Tertiär-Formationen begreift. Wenn das Eruptionsgeſtein nicht ſeinen hebenden, und bei gleichzeitigem Erbeben der Erde ſeinen erſchütternden Einfluß auf dieſe Sedimentbildungen ausgeübt hätte, ſo würde die Oberfläche unſres Planeten aus gleichförmig horizontal über einander gelagerten Schichten beſtehn. Von allen Gebirgszügen entblößt, an deren Abhang im Pflanzenwuchſe und in den Abſtufungen der Arten ſich

die Scale verminderter Luftwärme maleriſch abſpiegelt, nur hier und da durch Eroſionsthäler gefurcht, oder durch kleine Anhäufungen von Schuttland, als Wirkung der ſchwach bewegten ſüßen Waſſer, zu ſanften Wellen geuebnet; würden die Continente von Pol zu Pol, unter allen Himmelsſtrichen, das traurig einförmige Bild der ſüdamerikaniſchen Llanos oder der nordaſiatiſchen Steppen darbieten. Wie in dem größeren Theile von dieſen, würden wir das Himmelsgewölbe auf der Ebene ruhen, und die Geſtirne aufſteigen ſehen, als erhöben ſie ſich aus dem Schooße des Meeres. Ein ſolcher Zuſtand der Dinge kann aber auch in der Vorwelt wohl nie von beträchtlicher Dauer und von räumlicher Allgemeinheit geweſen ſein, da die unterirdiſchen Mächte ihn in allen Naturepochen zu verändern ſtrebten.

Sedimentſchichten ſind niedergeſchlagen oder abgeſetzt aus tropfbaren Flüſſigkeiten, je nachdem die Stoffe vor der Bildung, ſei es des Kalkſteins, ſei es des Thonſchiefers, entweder als chemiſch aufgelöſt oder als ſchwebend und beigemengt gedacht werden. Auch wenn Erdarten aus kohlengeſäuerten Flüſſigkeiten ſich niederſchlagen, iſt doch, während der Präcipitation, ihr Niederſinken und ihre Anhäufung in Schichten als ein mechaniſcher Hergang der Bildung zu betrachten. Dieſe Anſicht iſt von einiger Wichtigkeit bei der Umhüllung organiſcher Körper in verſteinerungsführenden Kalkflözen. Die älteſten Sedimente der Tranſitions- und Secundär-Formationen haben ſich wahrſcheinlich aus mehr oder minder heißen Waſſern gebildet, zu einer Zeit, wo die Wärme der oberen Erdrinde noch ſehr beträchtlich war. In dieſer Hinſicht

hat gewissermaßen auch bei den Sedimentschichten, besonders bei den ältesten, eine plutonische Einwirkung statt gefunden; aber diese Schichten scheinen schlammartig in schiefriger Structur und unter großem Drucke erhärtet, nicht, wie das dem Inneren entstiegene Gestein (Granit, Porphyr oder Basalt) durch Abkühlung erstarrt zu sein. Als die allmälig minder heißen Urwasser aus der mit Dämpfen und kohlensaurem Gas überschwängerten Atmosphäre das letztere Gas in reichlichem Maaße sich aneignen konnten, wurde die Flüssigkeit geeignet eine größere Masse von Kalkerde aufgelöst zu enthalten.

Die Sedimentschichten, von denen wir hier alle anderen erogenen, rein mechanischen Niederschläge von Sand- oder Trümmergestein trennen, sind:

Schiefer des unteren und oberen Uebergangsgebirges, aus den silurischen und devonischen Formationen zusammengesetzt: von den unteren silurischen Schichten an, die man einst cambrisch nannte, bis zu der obersten, an den Bergkalk grenzenden Schicht des alten rothen Sandsteins oder der devonischen Gebilde;

Steinkohlenablagerungen;

Kalksteine, den Uebergangsformationen und dem Kohlengebirge eingeschichtet; Zechstein, Muschelkalk, Juraformation und Kreide, auch der nicht als Sandstein und Agglomerat auftretende Theil der Tertiärgebilde;

Travertino, Süßwasser-Kalkstein, Kieselguhren heißer Quellen, Bildungen, nicht unter dem Druck großer pelagischer Wasserbedeckungen, sondern fast an der Luft in untiefen Sümpfen und Bächen erzeugt;

Infusorienlager, eine geognostische Erscheinung, deren große Bedeutung, den Einfluß der organischen Thätigkeit auf die Bildung der Erdfeste bezeichnend, erst in der ganz neuesten Zeit von meinem geistreichen Freunde und Reisegefährten Ehrenberg entdeckt worden ist.

Wenn wir in dieser kurzen, aber übersichtlichen Betrachtung der mineralischen Bestandtheile der Erdrinde auf das einfache Sedimentgestein nicht unmittelbar die, theilweise ebenfalls sedimentartig aus tropfbaren Flüssigkeiten abgesetzten und im Flöz- und Uebergangsgebirge sowohl dem Schiefer als dem Kalkstein mannigfaltig eingelagerten Agglomerate und Sandstein-Bildungen folgen lassen; so geschieht es nur, weil diese, neben den Trümmern des Eruptions- und Sedimentgesteins, auch Trümmer von Gneiß, Glimmerschiefer und anderen metamorphischen Massen enthalten. Der dunkle Proceß und die Wirkung dieser Umwandelung (Metamorphose) müssen demnach schon die dritte Classe der Entstehungsformen bilden.

Das endogene oder Eruptionsgestein, (Granit, Porphyr und Melaphyr) wirkt, wie mehrmals bemerkt worden ist, nicht bloß dynamisch, erschütternd oder hebend, die Schichten aufrichtend und seitwärts schiebend; sein Hervortreten bewirkt auch Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung der Stoffe wie in der Natur des inneren Gewebes. Es entstehen neue Gebirgsarten, Gneiß und Glimmerschiefer, und körniger Kalkstein (Marmor von Carrara und Paros). Die alten silurischen oder devonischen Transitionsschiefer, der Belemniten-Kalkstein der Tarantaise, der seetanghaltige graue unscheinbare Macigno (Kreidesandstein) der

nördlichen Apenninen sind, nach ihrer Umwandlung, in einem neuen, oft glänzenden Gewande schwer zu erkennen. Der Glaube an die Metamorphose hat sich erst befestigen können, seitdem es geglückt ist, den einzelnen Phasen der Veränderung schrittweise zu folgen, und durch directe chemische Versuche, bei Verschiedenheit des Schmelzgrades, des Druckes und der Zeit des Erkaltens, den Inductionsschlüssen zu Hülfe zu kommen. Wo nach leitenden Ideen[28] das Studium chemischer Verbindungen erweitert wird, kann auch aus den engen Räumen unsrer Laboratorien sich ein helles Licht über das weite Feld der Geognosie, über die große unterirdische, Gestein bildende und Gestein umwandelnde Werkstätte der Natur verbreiten. Der philosophische Forscher entgeht der Täuschung scheinbarer Analogien, einer kleinlichen Ansicht der Naturprocesse, wenn er ununterbrochen die Complication der Bedingungen im Auge hat, welche mit ihrer intensiven, ungemessenen Kraft in der Urwelt die gegenseitige Wirkung einzelner uns wohlbekannten Stoffe modificiren konnten. Die unzersetzten Körper haben gewiß zu allen Zeiten denselben Anziehungskräften gehorcht; und da, wo jetzt Widersprüche sich finden, wird (es ist meine innigste Ueberzeugung) die Chemie meist selbst den nicht in gleichem Maaße erfüllten Bedingungen auf die Spur kommen, welche jene Widersprüche erzeugten.

Genaue, große Gebirgsstrecken umfassende Beobachtungen erweisen, daß das Eruptionsgestein nicht als eine wilde, gesetzlos wirkende Macht auftritt. In den entferntesten Weltgegenden sieht man oft Granit, Basalt oder das Dioritgestein bis in die einzelnsten Kraftäußerungen gleichmäßig auf die Schichten des Tonschiefers und des dichten

Kalkes, auf die Quarzkörner des Sandsteins ihre umwandelnde Wirkung ausüben. Wie dieselbe endogene Gebirgsart fast überall dieselbe Art der Thätigkeit übt, so zeigen dagegen verschiedene Gebirgsarten, derselben Classe der endogenen oder Eruptionsgebilde zugehörig, einen sehr verschiedenen Charakter. Intensive Wärme hat allerdings in allen diesen Erscheinungen gewirkt; aber die Grade der Flüssigkeit (vollkommnerer Verschiebbarkeit der Theile oder zäheren Zusammenhanges) sind im Granit und im Basalt sehr ungleich gewesen: ja in verschiedenen geologischen Epochen (Phasen der Umwandlungen der Erdrinde) sind auch gleichzeitig mit dem Ausbruche von Granit, Basalt, Grünsteinporphyr oder Serpentin andere und andere im Dampf aufgelöste Stoffe aus dem eröffneten Innern aufgestiegen. Es ist hier der Ort, von neuem daran zu erinnern, daß nach den sinnigen Ansichten der neueren Geognosie die Metamorphose des Gesteins sich nicht auf ein bloßes Contact-Phänomen, auf eine Wirkung der Apposition zweier Gebirgsarten beschränkt, sondern daß sie genetisch alles umfaßt, was das Hervortreten einer bestimmten Eruptionsmasse begleitet hat. Da, wo nicht unmittelbare Berührung statt findet, bringt schon die Nähe einer solchen Masse Modificationen der Erhärtung, der Verkieselung, des Körnigwerdens, der Krystallbildung hervor.

Alles Eruptionsgestein bringt zu Gängen verästelt in die Sedimentschichten oder in andere, ebenfalls endogene Massen ein; aber der Unterschied, der sich zwischen plutonischen[29] Gebirgsarten (Granit, Porphyr, Serpentin) und den im engeren Sinne vulkanisch genannten (Trachyt, Basalt, Lava) offenbart, ist von besonderer Wichtigkeit. Die

Gebirgsarten, welche die dem Erdkörper übrig gebliebene Thätigkeit unsrer jetzigen Vulkane erzeugt, erscheinen in bandartigen Strömen, die da, wo mehrere in Becken zusammenfließen, allerdings ein weit ausgebreitetes Lager bilden können. Basaltausbrüche, wo ihnen tief nachgespürt worden ist, hat man mehrmals in schmale Zapfen endigen sehen. Aus engen Oeffnungen emporgequollen, wie (um nur drei vaterländische Beispiele anzuführen) in der Pflasterkaute bei Marksuhl (2 Meilen von Eisenach), in der blauen Kuppe bei Eschwege (Werra-Ufer), und am Druidenstein auf dem Hollerter Zuge (Siegen), durchbricht der Basalt bunten Sandstein und Grauwackenschiefer, und breitet sich nach oben zu wie der Hut eines Pilzes in Kuppen aus, die bald gruppenweise in Säulen gespalten, bald dünn geschichtet sind. Nicht so Granit, Syenit, Quarzporphyr, Serpentinfels, und die ganze Reihe ungeschichteter massiger Gebirgsarten, welchen man aus Vorliebe zu einer mythologischen Nomenclatur den Namen der plutonischen gegeben hat. Diese sind, einige Gesteingänge abgerechnet, wohl nicht geschmolzen, sondern nur zäh und erweicht hervorgetreten; nicht aus engen Klüften, sondern aus weiten thalartigen Spalten, aus langgedehnten Schlünden ausgebrochen. Sie sind hervorgeschoben, nicht entflossen; sie zeigen sich nicht in Strömen, lavaartig, sondern als mächtige Massen verbreitet.[30] In dem Dolerit und Trachytgestein deuten einige Gruppen auf einen Grad basaltartiger Fluidität; andere, zu mächtigen Glocken und kraterlosen Domen aufgetrieben, scheinen bei ihrem Hervortreten nur erweicht gewesen zu sein. Noch andere Trachyte, wie die der Andeskette, welche ich oft auffallend den silberreichen, und dann quarzlosen

Grünstein- und Syenitporphyren verwandt gefunden habe, sind gelagert wie Granit und Quarzporphyr.

Versuche[31] über die Veränderungen, welche das Gewebe und die chemische Beschaffenheit der Gebirgsarten durch Feuer erleiden, haben gelehrt, daß die vulkanischen Massen (Diorit, Augitporphyr, Basalt, und Lava vom Aetna) nach Verschiedenheit des Drucks, unter dem sie geschmolzen werden, oder der Dauer ihrer Abkühlung, entweder, bei schnellem Erkalten, ein schwarzes Glas von gleichartigem Bruche oder, bei langsamer Abkühlung, eine steinichte Masse von körnigem, krystallinischem Gefüge geben. Die Krystalle haben sich dann theils in Höhlungen, theils von der Grundmasse umschlossen gebildet. Dasselbe Material (und diese Betrachtung ist für die Natur des Eruptionsgesteins oder für die Umwandlungen, welche es erregt, von großer Wichtigkeit) liefert die verschiedenartigsten Bildungen. Kohlensaure Kalkerde, unter starkem Drucke geschmolzen, verliert ihren Gehalt an Kohlensäure nicht; die erkaltete Masse wird körniger Kalkstein, salinischer Marmor. So die Krystallisation auf trocknem Wege; auf nassem Wege entsteht sowohl Kalkspath als Aragonit, ersterer bei einem geringeren, letzterer bei einem höheren Wärmegrade.[32] Nach Temperaturverschiedenheiten ordnen sich anders und anders die fest werdenden Theile in bestimmten Richtungen zur Krystallbildung an einander, ja es verändert sich die Form selbst der Krystalle[33]. Es giebt dabei, ohne daß ein flüssiger Zustand eintritt, unter gewissen Verhältnissen eine Verschiebbarkeit[34] der kleinsten Theile eines Körpers, die sich durch optische Wirkungen äußert. Die Erscheinungen, welche die Entglasung, die

Erzeugung des Cement- und Gußstahls, der Uebergang des faſrigen Gewebes des Eiſens in körniges durch erhöhte Temperatur[35], vielleicht ſelbſt durch ſehr kleine, aber gleichmäßige und lange fortgeſetzte Erſchütterungen, darbieten, werfen ebenfalls Licht auf die geologiſchen Proceſſe der Metamorphoſe. Wärme kann in kryſtalliſirten Körpern ſogar entgegengeſetzte Wirkungen gleichzeitig hervorrufen; denn nach Mitſcherlich's ſchönen Verſuchen[36] iſt es eine Thatſache, daß der Kalkſpath, ohne ſeinen Aggregatzuſtand zu ändern, ſich in Einer Axenrichtung ausdehnt, in einer anderen zuſammenzieht.

Wenn wir von dieſen allgemeinen Betrachtungen zu einzelnen Beiſpielen übergehn, ſo ſehen wir zuerſt den Schiefer durch die Nähe plutoniſcher Eruptionsgeſteine in blauſchwarz-glänzenden Dachſchiefer umgewandelt. Die Schichtungsklüfte ſind dann, was eine ſpätere Einwirkung andeutet[37], durch ein anderes Syſtem von Klüften (Nebenabſonderungen), welche die erſteren faſt ſenkrecht ſchneiden, unterbrochen. Durch Eindringen von Kieſelſäure wird der Thonſchiefer von Quarztrümmern durchſetzt, in Wetzſchiefer und Kieſelſchiefer (letzteren bisweilen kohlenſtoffhaltig und dann galvaniſch nervenreizend) theilweiſe verändert. Der höchſte Grad der Verkieſelung[38] des Schiefers iſt aber ein edles Kunſtmaterial, der Band-Jaſpis, im Uralgebirge durch Berührung und Ausbruch des Augitporphyrs (Orſk), des Dioritporphyrs (Auſchkul) oder eines in Kugeln geballten Hyperſthengeſteins (Bogoſlowſk) hervorgebracht; in der Inſel Elba (Monte Serrato) nach Friedrich Hoffmann und im Toſcaniſchen nach Alexander Brongniart durch Contact mit Euphotid und Serpentin.

Die Berührung und plutonische Einwirkung des Granits machen, (wie wir, Gustav Rose und ich, im Altai, innerhalb der Festung Buchtarminsk[39] beobachtet haben) den Thonschiefer körnig und lassen ihn in eine granitähnliche Masse (in ein Gemenge von Feldspath und Glimmer, in welchem wieder größere Glimmerblätter[40] liegen) übergehen. „Daß zwischen dem Eismeere und dem finnischen Meerbusen aller Gneiß aus silurischen Schichten der Transitions-Formation durch Einwirkung des Granits entstanden und umgewandelt worden ist, kann jetzt, wie Leopold von Buch sich ausdrückt, als eine allen Geognosten geläufige und von den meisten für bewährt angenommene Hypothese gelten. In den Alpen am Gotthard wird Kreide-Mergel ebenfalls durch Granit erst zu Glimmerschiefer, dann zu Gneiß umgewandelt.“[41] Aehnliche Erscheinungen der Gneiß- und Glimmerschieferbildung durch Granit bieten sich dar: in der Oolithen-Gruppe der Tarantaise[42], wo Belemniten sich in Gesteinen gefunden haben, die selbst schon auf den Namen des Glimmerschiefers Anspruch machen können; in der Schiefergruppe des westlichen Theils der Insel Elba unfern dem Vorgebirge Calamita, und in dem baireuther Fichtelgebirge[43] zwischen Lomitz und Markleiten.

So wie ein den Alten in großen Massen nicht zugängliches Kunstmaterial[44], der Jaspis, das Erzeugniß einer vulkanischen Einwirkung des Augitporphyrs ist; kann ein anderes, von ihnen so vielfach und glücklich angewandtes Kunstmaterial, der körnige (salinische) Marmor, ebenfalls nur als eine durch Erdwärme und Nähe eines heißen Eruptionsgesteins veränderte Sedimentschicht betrachtet werden. Genaue Beobachtung der Contactphänomene

und die merkwürdigen Schmelzverſuche von Sir James Hall, die nun ſchon über ein halbes Jahrhundert alt ſind und neben der ernſten Erforſchung der Granitgänge am meiſten zur frühen Begründung unſrer jetzigen Geognoſie beigetragen haben, rechtfertigen eine ſolche Behauptung. Bisweilen hat das Eruptionsgeſtein den dichten Kalk nur in einer gewiſſen der Berührung nahen Zone in körnigen Kalkſtein verwandelt. So zeigt ſich eine partielle Umwandlung (wie ein Halbſchatten) in Irland (Belfaſt), wo Baſaltgänge die Kreide durchſetzen; ſo in dem dichten Flözkalkſtein, den ein ſyenitartiger Granit an der Brücke von Boscampo und in der durch den Grafen Mazari Pencati berühmt gewordenen Cascade von Canzocoli (Tyrol) in theilweis gebogenen Schichten [45] berührt. Eine andere Art der Umwandlung iſt die, wo alle Schichten des dichten Kalkſteins durch Einwirkung von Granit, Syenit oder Dioritporphyr in körnigen Kalkſtein umgeändert ſind [46].

Es ſei hier erlaubt, noch ſpeciell des pariſchen und carrariſchen Marmors zu erwähnen, welche für die edelſten Werke der Bildhauerkunſt ſo wichtig geworden ſind und unſern geognoſtiſchen Sammlungen nur zu lange als Haupttypen uranfänglichen Kalkſteins gedient haben. Die Wirkungen des Granits offenbaren ſich nämlich theils durch unmittelbare Berührung, wie in den Pyrenäen [47], theils, wie im Continent von Griechenland und in den Inſelreihen des ägäiſchen Meeres, gleichſam durch die Zwiſchenſchichten von Gneiß oder Glimmerſchiefer hindurch. Beides ſetzt einen gleichzeitigen, aber verſchiedenartigen Proceß der Geſteinumwandlung voraus. In Attika, auf Euböa und im Peloponnes iſt bemerkt worden, „daß der Regel

nach der dem Glimmerschiefer aufgelagerte Kalkstein um so schöner und krystallinischer ist, als sich der Glimmerschiefer ausgezeichnet reiner, d. h. minder thonhaltig, zeigt". Diese letzte Gebirgsart, so wie auch Gneißschichten treten an vielen tiefen Punkten von Paros und Antiparos hervor.[48] Wenn nach einer von Origenes erhaltenen Notiz des alten Eleaten Xenophanes von Kolophon[49], der sich die ganze Erdrinde als einst vom Meere bedeckt vorstellte, in den Steinbrüchen von Syracus Versteinerungen von Seeproducten und in dem tiefsten der Felsen von Paros der „Abdruck von einem kleinen Fisch" (einer Sardelle) gefunden wurden, so könnte man an das Uebrigbleiben einer dort nicht ganz metamorphosirten Flözschicht glauben. Der, schon vor dem Augusteischen Zeitalter benutzte Marmor von Carrara (Luna), die Hauptquelle des statuarischen Kunstmaterials, so lange die Brüche von Paros nicht wieder eröffnet werden, ist eine durch plutonische Kräfte umgewandelte Schicht desselben Kreidesandsteins (macigno), welcher in der inselförmig aufsteigenden Alp Apuana zwischen gneißähnlichem Glimmer und Talkschiefer auftritt.[50] Ob an einzelnen Punkten auch in dem Innern der Erde körniger Kalk gebildet und, gangartig Spalten ausfüllend (Auerbach an der Bergstraße), an die Oberfläche durch Gneiß und Syenit[51] emporgedrungen ist; darüber darf ich mir, schon wegen des Mangels eigener Ansicht, kein Urtheil erlauben.

Unter aller Einwirkung eines massigen Eruptionsgesteins auf dichte Kalkschichten bieten aber, nach Leopolds von Buch scharfsinnigen Beobachtungen, den merkwürdigsten Proceß der Metamorphose die Dolomitmassen,

besonders im südlichen Tyrol und in dem italiänischen Abfall der Alpenkette, dar. Eine solche Umwandlung des Kalksteins geht von Klüften aus, welche denselben nach allen Richtungen durchsetzen. Die Höhlungen sind überall mit Rhomboiden von Bitterspath bedeckt; ja das ganze Gebilde, dann ohne Schichtung und ohne Spur der Versteinerungen, die es vorher enthielt, besteht nur aus einer körnigen Anhäufung von Dolomit-Rhomboiden. Talkblätter liegen hier und da vereinzelt in der neuentstandenen Gebirgsart, Serpentintrümmer durchsetzen sie. Im Fassa-Thale steigt der Dolomit senkrecht in glatten Wänden von blendender Weiße zu mehreren tausend Fuß Höhe empor. Er bildet zugespitzte Kegelberge, die in großer Zahl neben einander stehen, ohne sich zu berühren. Ihre physiognomische Gestaltung erinnert an die lieblich-phantastische Berglandschaft, mit welcher Leonardo da Vinci das Bild der Mona Lisa als Hintergrund schmückte.

Die geognostischen Erscheinungen, welche wir hier schildern, regen die Einbildungskraft wie das Nachdenken an; sie sind das Werk eines Augitporphyrs, der hebend, zertrümmernd und umwandelnd einwirkt.[52] Der Proceß der Dolomitisirung wird von dem geistreichen Forscher, der zuerst ihn angedeutet, keinesweges als eine Mittheilung der Talkerde aus dem schwarzen Porphyr, sondern als eine gleichzeitige, das Hervortreten dieses Ausbruchsgesteins auf weiten dampferfüllten Spalten begleitende Veränderung betrachtet. Künftigen Forschungen bleibt es übrig, zu bestimmen, wie da, wo Dolomit in Schichten zwischen Kalkstein eingelagert ist, ohne Berührung mit endogenem Gesteine die Umwandlung erfolgt ist? wo dann die

Zuführungscanäle plutonischer Einwirkung verborgen liegen? Vielleicht ist es auch hier noch nicht nothwendig, zu dem alten römischen Ausspruch seine Zuflucht zu nehmen, nach welchem „vieles Gleiche in der Natur auf ganz verschiedenen Wegen gebildet wird". Wenn in einem weit ausgedehnten Erdstriche zwei Erscheinungen, das Emportreten von Melaphyr, und die Krystall- und chemische Mischungs-Veränderung eines dichten Kalkgesteins, einander immer begleiten; so darf man wohl da, wo die zweite Erscheinung ohne die erste sichtbar wird, mit einigem Rechte vermuthen, daß der scheinbare Widerspruch in der Nichterfüllung gewisser die verborgene Haupturſach begleitender Bedingungen gegründet ist. Würde man darum die vulkanische Natur, die Feuerflüssigkeit des Basalts in Zweifel ziehen, weil sich einige seltene Fälle gezeigt haben, in denen Basaltgänge, Steinkohlenflöze, Sandstein oder Kreideschichten durchsetzend, weder die Kohle wesentlich ihres Brennstoffs beraubt, noch den Sandstein gefrittet und verschlackt, noch die Kreide in körnigen Marmor verwandelt haben? Wo in der dunkeln Region der Gesteinbildung ein Dämmerlicht, eine leitende Spur aufgefunden worden, muß man beide nicht darum gleich undankbar verlassen, weil in den Verhältnissen der Uebergänge und der isolirten Einlagerung zwischen unveränderten Schichten noch manches für jetzt unerklärt bleibt.

Nach der Veränderung des dichten kohlensauren Kalkes in körnigen Kalkstein und in Dolomit muß hier noch einer dritten Umwandlung desselben Gesteins erwähnt werden, welche den in der Urzeit vulkanisch ausgebrochenen schwefelsauren Dämpfen zuzuschreiben ist. Diese Umwandlung des Kalkes

in Gyps ist mit dem Eindringen von Steinsalz und Schwefel (letzterer aus schwefelhaltigen Wasserdämpfen niedergeschlagen) verwandt. In der hohen Andeskette von Quindiu, fern von allen Vulkanen, habe ich auf Klüften im Gneiß diesen Niederschlag des Schwefels beobachtet, während Schwefel, Gyps und Steinsalz in Sicilien (Cattolica bei Girgenti) zu den neuesten Secundärschichten (der Kreideformation)[53] gehören. Spalten mit Steinsalz gefüllt, in beträchtlichen, bisweilen einen unerlaubten Handel begünstigenden Massen, habe ich am Vesuv in dem Rande des Kraters selbst gesehen. An beiden Abhängen der Pyrenäen ist der Zusammenhang des Diorit- (und Pyroxen-?) Gesteins mit dem Auftreten der Dolomite, des Gypses und des Steinsalzes nicht zu bezweifeln.[54] Alles verkündigt in den hier geschilderten Erscheinungen die Einwirkung unterirdischer Mächte auf Sedimentschichten des alten Meeres.

Die reinen Quarzlager von ungeheurer Mächtigkeit, welche für die Andeskette[55] von Südamerika so charakteristisch sind (ich habe, von Caramarca gegen Guangamarca hin nach der Südsee herabsteigend, Quarzmassen sieben- bis achttausend Fuß mächtig gefunden), sind von räthselhafter Entstehung; sie ruhen bald auf quarzlosem Porphyr, bald auf Dioritgestein. Wurden sie aus Sandstein umgewandelt, wie Elie de Beaumont es von den Quarzschichten am Col de la Poissonnière[56] (östlich von Briançon) vermuthet? In Brasilien, in den neuerlichst von Clausen so genau untersuchten Diamant-Districten von Minas Geraes und St. Paul, haben plutonische Kräfte auf Dioritgängen bald gewöhnlichen Glimmer, bald Eisenglimmer in dem Quarz-Itacolumit entwickelt. Die Diamanten von Grammagoa

sind in Schichten fester Kieselsäure enthalten; bisweilen liegen sie von Glimmerblättchen umhüllt, ganz wie die im Glimmerschiefer entstandenen Granaten. Die nördlichsten aller Diamanten, die seit 1829 unter 58° Breite, am europäischen Abfall des Urals, entdeckten, stehen auch in geognostischen Verhältnissen zum schwarzen kohlenstoffhaltigen Dolomit[57] von Adolfskoi, wie zum Augitporphyr, die durch genaue Beobachtungen noch nicht hinlänglich aufgeklärt sind.

Unter die denkwürdigsten Contactphänomene gehört endlich noch die Granatbildung im Thonschiefer bei Berührung mit Basalt und Doleritgestein (Northumberland und Insel Anglesea), wie die Erzeugung einer großen Menge schöner und sehr verschiedenartiger Krystalle (Granat, Vesuvian, Augit und Ceylanit), welche an den Berührungsflächen von Eruptions- und Sedimentgestein, an der Grenze des Monzon-Syenits mit Dolomit und dichtem Kalkstein sich entwickeln[58]. In der Insel Elba haben Serpentinstein-Massen, welche vielleicht nirgends so deutlich als Eruptions-Gebirgsarten erscheinen, in den Klüften eines Kreidesandsteins die Sublimation von Eisenglanz und Rotheisenstein[59] bewirkt. Denselben Eisenglanz sehen wir noch täglich am Kraterrande und in frischen Lavaströmen des Vulkans von Stromboli, des Vesuvs und des Aetna sich aus der Dampfform an den Spaltwänden offner Gänge sublimiren.[60] Wie hier durch vulkanische Kräfte sich Gangmassen unter unsern Augen bilden, da wo das Nebengestein schon zu einem Zustande der Starrheit gelangt ist; so haben auf eine ähnliche Weise in den früheren Revolutionen der Erdrinde Gestein- und Erzgänge überall entstehen können, wo die feste, aber

noch dünne Rinde des Planeten, öfter durch Erdstöße erschüttert, bei Volumveränderung im Erkalten zerklüftet und gespalten, mehrfache Verbindungen mit dem Inneren, mehrfache Auswege für aufsteigende, mit Erd- und Metallstoffen geschwängerte Dämpfe darbot. Die den Sahlbändern parallele, lagenweise Anordnung der Gemengtheile, die regelmäßige Wiederholung gleichnamiger Lagen zu beiden Seiten (im Hangenden und Liegenden des Ganges), ja die drusenförmigen langgedehnten Höhlungen der Mitte bezeugen oft recht unmittelbar den plutonischen Proceß der Sublimation in den Erzgängen. Da die durchsetzenden neueren Ursprungs als die durchsetzten sind, so lehren die Lagerungsverhältnisse des Porphyrs zu den Silbererz-Formationen, daß diese in dem sächsischen Erzgebirge, also in dem wichtigsten und reichsten Erzgebirge Deutschlands, zum wenigsten jünger als die Baumstämme des Steinkohlengebirges und des Rothliegenden sind. [61]

Alles, was mit unsern geologischen Vermuthungen über die Bildung der Erdrinde und die Umwandlung der Gebirgsarten zusammenhängt, hat ein unerwartetes Licht dadurch gewonnen, daß man den glücklichen Gedanken [62] gehabt hat, die Schlackenbildung in unseren Schmelzöfen mit der Entstehung natürlicher Mineralien zu vergleichen, und künstlich diese aus ihren Elementen wiederum zusammenzusetzen. Bei allen diesen Operationen wirken dieselben Verwandtschaften, welche in unsern Laboratorien wie in dem Schooße der Erde die Zusammensetzung chemischer Verbindungen bestimmen. Der wichtigste Theil der einfachen Mineralien, welche sehr allgemein verbreitete plutonische und vulkanische Eruptionsgesteine, wie die durch sie

metamorphoſirten Gebirgsarten charakteriſiren, ſind ſchon kryſtalliniſch und in vollkommener Gleichheit unter den künſtlichen Mineralbildungen aufgefunden worden. Wir unterſcheiden die, welche in den Schlacken zufällig entſtanden ſind, und die, welche abſichtlich von den Chemikern hervorgebracht wurden. Zu den erſteren gehören Feldſpath, Glimmer, Augit, Olivin, Blende, kryſtalliſirtes Eiſenoxyd (Eiſenglimmer), Magneteiſen-Octaeder und metalliſches Titan [63]; zu den zweiten: Granat, Idokras, Rubin (dem orientaliſchen an Härte gleich), Olivin und Augit [64]. Die hier genannten Mineralien bilden die Hauptbeſtandtheile von Granit, Gneiß und Glimmerſchiefer, von Baſalt, Dolerit und vielen Porphyren. Die künſtliche Erzeugung von Feldſpath und Glimmer iſt beſonders von großer geognoſtiſcher Wichtigkeit für die Theorie der Gneißbildung durch Umwandlung des Thonſchiefers. Dieſer enthält die Beſtandtheile des Granits, Kali nicht ausgeſchloſſen [65]. Es wäre demnach, bemerkt mit Recht ein ſcharfſinniger Geognoſt, Herr von Dechen, nicht ſehr unerwartet, wenn wir an den Wänden eines Schmelzofens, der aus Thonſchiefer und Grauwacke aufgeführt iſt, einmal ein Gneißfragment ſich bilden ſähen.

Es bleibt in dieſen allgemeinen Betrachtungen über die feſte Erdrinde nach Aufzählung von drei Entſtehungsformen (dem Eruptions-, Sediment- und metamorphoſirten Geſtein) noch eine vierte Claſſe zu nennen übrig, die der Agglomeratbildung oder des Trümmergeſteins. Dieſer Name ſelbſt erinnert an die Zerſtörungen, welche die Oberfläche der Erde erlitten, er erinnert aber auch an die Proceſſe der Cämentirung (Verkittung), welche durch

Eisenoxyd, durch thon- und kalkartige Bindemittel die bald abgerundeten, bald eckig gebliebenen Theile wiederum mit einander verbunden hat. Agglomerate und Trümmergesteine im weitesten Sinne des Worts offenbaren den Charakter einer zwiefachen Entstehungsweise. Die Materialien, welche ihre mechanische Zusammensetzung bilden, sind nicht bloß von den fluthenden Meereswogen oder bewegten süßen Wassern herbeigeführt; es giebt Trümmergesteine, an deren Bildung der Stoß des Wassers keinen Antheil gehabt hat. „Wenn basaltische Inseln oder Trachytberge auf Spalten sich erheben, veranlaßt die Reibung des aufsteigenden Gesteins gegen die Wände der Spalten, daß Basalt und Trachyt sich mit Agglomeraten ihrer eigenen Massen umgeben. In den Sandsteinen vieler Formationen sind die Körner, aus denen sie zusammengesetzt sind, mehr losgerissen durch die Reibung des ausbrechenden (vulkanischen oder plutonischen) Gesteins, als zertrümmert durch die Bewegung eines nachbarlichen Meeres. Das Dasein solcher Reibungs-Conglomerate (die in beiden Welttheilen in ungeheuren Massen gefunden werden) bezeugt die Intensität der Kraft, mit welcher die Eruptionsmassen gegen die Erdoberfläche gestoßen sind, als sie aus dem Innern emporgetrieben wurden. Die Wasser bemächtigen sich dann der ihres Zusammenhanges beraubten Körner und verbreiten sie in Lagen auf dem Grunde selbst, den sie überdecken.“ [66] Sandstein-Gebilde findet man eingelagert durch alle Schichten von dem unteren silurischen Uebergangsgebirge an bis jenseits der Kreide in den Tertiärformationen. An den Rändern der unermeßlichen Ebenen des Neuen Welttheils, in und außerhalb der Tropen, sieht man sie mauerartig gleichsam

das alte Ufer bezeichnen, an dem die mächtige Wellenbrandung schäumte.

Wenn man einen Blick wagen will auf die geographische Verbreitung der Gebirgsarten und ihre räumlichen Verhältnisse in dem Theile der Erdrinde, welcher unsern Beobachtungen zugänglich ist, so erkennt man, daß der am allgemeinsten verbreitete chemische Stoff die Kieselsäure ist, meist in undurchsichtigem Zustande und mannigfach gefärbt. Nach der festen Kieselsäure herrscht zunächst kohlensaurer Kalk; dann kommen die Verbindungen von Kieselsäure mit Thonerde, Kali und Natron, mit Kalkerde, Magnesia und Eisenoxyd. Wenn das, was wir Gebirgsarten nennen, bestimmte Associationen einer kleinen Zahl von Mineralien sind, denen sich, wie parasitisch, einige andere, aber auch nur bestimmte, anschließen; wenn in einem Eruptionsgestein, dem Granit, die Association von Quarz (Kieselsäure), Feldspath und Glimmer das Wesentliche ist: so gehen diese Mineralien auch vereinzelt oder gepaart durch viele andere Schichten hindurch. Um nur beispielsweise zu zeigen, wie quantitative Verhältnisse ein Feldspathgestein von einem anderen, glimmerreichen unterscheiden, erinnere ich daran, daß, wenn, nach Mitscherlich, zum Feldspath dreimal mehr Thonerde und $\frac{1}{3}$ mehr Kieselsäure, als demselben eigen ist, hinzugefügt wird, man die Zusammensetzung des Glimmers erhält. In beiden ist Kali enthalten, ein Stoff, dessen Existenz in vielen Gebirgsarten wohl über den Anfang aller Vegetation auf dem Erdkörper hinaufsteigt.

Die Reihenfolge und mit ihr das Alter der Formationen wird durch die gegenseitige Auflagerung der Sediment-,

der umgewandelten und der Aggregatschichten, durch die Natur der Gebilde, bis zu welcher die Eruptionsmassen hinaufsteigen, am sichersten aber durch die Anwesenheit organischer Reste und die Verschiedenartigkeit ihres Baues erkannt. Die Anwendung der botanischen und zoologischen Kennzeichen auf die Bestimmung des Alters der Felsmassen, die Chronometrik der Erdrinde, welche Hooke's großer Geist schon ahnete, bezeichnet eine der glänzendsten Epochen der neuen, den semitischen Einflüssen wenigstens auf dem Continent endlich entzogenen Geognosie. Paläontologische Studien haben der Lehre von den starren Gebilden der Erde, wie durch einen belebenden Hauch, Anmuth und Vielseitigkeit verliehen.

Die versteinerungshaltigen Schichten bieten uns, in ihren Grabstätten erhalten, die Floren und die Faunen der verflossenen Jahrtausende dar. Wir steigen aufwärts in die Zeit, indem wir, die räumlichen Lagerungsverhältnisse ergründend, von Schicht zu Schicht abwärts dringen. Ein hingeschwundenes Thier- und Pflanzenleben tritt vor unsere Augen. Weit verbreitete Erdrevolutionen, die Erhebung großer Bergketten, deren relatives Alter wir zu bestimmen vermögen, bezeichnen den Untergang alter Organismen, das Auftreten neuer. Einige wenige der älteren erscheinen noch eine Zeit lang unter den neueren. In der Eingeschränktheit unsres Wissens vom Werden, in der Bildersprache, welche diese Eingeschränktheit verbergen soll, nennen wir neue Schöpfungen die historischen Phänomene des Wechsels in den Organismen, wie in der Bewohnung der Urgewässer und des gehobenen trockenen Bodens. Bald sind diese untergegangenen organischen

Gebilde ganz erhalten, vollständig bis in die kleinsten Gewebe, Hüllen und gegliederten Theile; bald hat das laufende Thier, auf feuchtem Thonletten fortschreitend, nur seine Fährte, in den Coprolithen die Reste unverdauter Nahrung hinterlassen. In der unteren Juraschicht (Lias von Lyme Regis) ist die Erhaltung des Dintenbeutels[67] der Sepia so wunderbar vollkommen, daß dieselbe Materie, welche vor Myriaden von Jahren dem Thiere hat dienen können, um sich vor seinen Feinden zu verbergen, noch die Farbe hergegeben hat, mit der sein Bild entworfen wird. In andern Schichten ist oft nur der schwache Abdruck einer Muschelschale übrig geblieben; und doch kann diese, von Reisenden aus einem fernen Lande mitgebracht, wenn sie eine Leitmuschel[68] ist, lehren, welche Gebirgsformation sich dort vorfindet, mit welchen anderen organischen Resten sie vergesellschaftet war. Sie erzählt die Geschichte des Landes.

Das zergliedernde Studium des alten Thier- und Pflanzenlebens hat eine zwiefache Richtung. Die eine ist eine rein morphologische, und vorzugsweise der Naturbeschreibung und Physiologie der Organismen zugewandt; sie füllt durch untergegangene Bildungen die Lücken in der Reihe der jetzt noch belebten aus. Die zweite Richtung ist eine geognostische, welche die fossilen Reste in ihrem Verhältniß zu dem Aufeinanderliegen und relativen Alter der Sedimentformationen betrachtet. Lange ist die erstere die vorherrschende gewesen, und eine zu unvollständige und oberflächliche Vergleichung der Versteinerungen mit den jetzt existirenden Arten hatte auf Irrwege geleitet, deren Spuren noch in den wundersamen Benennungen gewisser Naturkörper zu entdecken sind. Man wollte in allen untergegangenen

Arten die lebenden erkennen, wie nach falſchen Analogien man im 16ten Jahrhunderte die Thiere des alten und neuen Continents mit einander verwechſelte. Peter Camper, Sömmering und Blumenbach hatten das Verdienſt, durch die wiſſenſchaftliche Anwendung einer feineren vergleichenden Anatomie den oſteologiſchen Theil der Paläontologie (Alterthumskunde des organiſchen Lebens), ſo weit derſelbe die großen foſſilen Wirbelthiere betrifft, zuerſt aufzuklären; aber die eigentliche geognoſtiſche Anſicht der Verſteinerungslehre, die glückliche Verbindung der zoologiſchen Charaktere mit der Alters- und Auflagerungsfolge der Schichten, verdankt man der großen Arbeit von Georg Cuvier und Alexander Brongniart.

Die älteſten Sedimentformationen, die des Tranſitionsgebirges, bieten in den organiſchen Reſten, welche ſie einſchließen, ein Gemiſch von Bildungen, die auf der Stufenleiter der ſich allmälig vervollkommnenden Entwicklung einen ſehr verſchiedenen Platz einnehmen. Von Pflanzen enthalten ſie freilich nur einigen Seetang, Lycopodiaceen, die vielleicht baumartig waren, Equiſetaceen und tropiſche Farn; aber von den thieriſchen Organismen finden wir ſonderbar zuſammen Cruſtaceen (Trilobiten mit Netzaugen und Calymenen), Brachiopoden (Spirifer, Orthis), die zierlichen Sphäroniten, welche den Crinoiden nahe ſtehen[69], Orthoceratiten aus den Cephalopoden, Stein-Corallen, und mit dieſen niedern Organismen ſchon Fiſche von wunderbarer Geſtalt in oberen ſiluriſchen Schichten. Die ſchwergepanzerte Familie der Cephalaſpiden, aus welcher Fragmente der Gattung Pterichthys lange für Trilobiten gehalten wurden, gehören dem devoniſchen Gebilde (Old Red)

ausschließlich an; und zeigen, nach Agassiz, in der Reihe der Fischformen einen so eigenthümlichen Typus, als Ichthyosauren und Plesiosauren unter den Reptilien.[70] Aus der Gruppe der Ammoniten beginnen die Goniatiten[71] ebenfalls in dem Uebergangskalk und der Grauwacke der devonischen Schichten, ja selbst in den letzten silurischen.

Die Abhängigkeit physiologischer Abstufung von dem Alter der Formationen, welche bisher in der Lagerung der wirbellosen Thiere wenig erkannt worden ist[72], offenbart sich auf das regelmäßigste in den Vertebraten oder Wirbelthieren selbst. Die ältesten unter diesen sind, wie wir eben gesehen, die Fische; dann folgen nach der Reihe der Formationen, von den unteren zu den oberen übergehend, Reptilien und Säugethiere. Das erste Reptil (ein Saurier, Monitor nach Cuvier), das schon die Aufmerksamkeit von Leibnitz[73] anregte, zeigt sich im Kupferschieferflöz des Zechsteins in Thüringen; mit ihm von gleichem Alter, nach Murchison, Paläosaurus und Thecodontosaurus von Bristol. Die Saurier nehmen zu im Muschelkalk[74], im Keuper und in der Juraformation, wo sie ihr Maximum erreichen. Zur Zeit dieser Formation lebten: Plesiosauren mit 30 Wirbel langem Schwanenhalse, der Megalosaurus, ein crocodilartiges Ungeheuer von 45 Fuß Länge und mit Fußknochen wie ein schweres Landsäugethier, 8 Arten großäugiger Ichthyosauren, der Geosaurus oder Sömmering's Lacerta gigantea, endlich 7 scheußlich wunderbare Pterodactylen[75] oder Saurier mit einer Flughaut. In der Kreide nimmt die Zahl der crocodilartigen Saurier schon ab; doch bezeichnen diese Epoche das sogenannte Crocodil von Maestricht (Mososaurus von Conybeare)

und das coloſſale, vielleicht grasfreſſende Iguanodon. Thiere, die zum jetzigen Geſchlechte der Crocodile gehören, hat Cuvier bis in die Tertiärformation aufſteigen ſehen; ja Scheuchzer's Sündflut-Menſch (homo diluvii testis), ein großer Salamander, mit dem Axolotl verwandt, welchen ich aus den Seen um Mexico mitgebracht, gehört der neueſten Süßwaſſer-Formation von Oeningen an.

Das relative Alter der Organismen, durch die Auflagerung der Gebirgsſchichten beſtimmt, hat zu wichtigen Reſultaten über die Verhältniſſe geführt, welche zwiſchen den untergegangenen und noch lebenden Geſchlechtern und Arten (letztere, die Arten, in ſehr geringer Zahl) erkannt werden. Alte und neue Beobachtungen erweiſen, daß die Floren und Faunen um ſo verſchiedener von den jetzigen Geſtalten der Pflanzen und Thiere ſind, als die Sedimentformationen zu den unteren, d. h. älteren, gehören. Die numeriſchen Verhältniſſe, welche dieſe große, von Cuvier[76] zuerſt aufgeklärte Wechſelerſcheinung des organiſchen Lebens darbietet, haben beſonders in den verſchiedenen Gruppen der Tertiärformation, die eine beträchtliche Maſſe genau unterſuchter Gebilde enthalten, durch die verdienſtvolle Arbeit von Deshayes und Lyell zu entſcheidenden Ergebniſſen geleitet. Agaſſiz, der von 1700 Arten foſſiler Fiſche Kenntniß genommen, und die Zahl der lebenden Arten, welche beſchrieben ſind oder in Sammlungen aufbewahrt werden, auf 8000 ſchätzt, ſagt mit Beſtimmtheit in ſeinem Meiſterwerke: „daß er mit Ausnahme eines einzigen kleinen, den Thongeoden von Grönland eigenthümlichen foſſilen Fiſches, in allen Tranſitions-, Flöz- und Tertiärſchichten kein Thier dieſer Claſſe gefunden habe, das ſpecifiſch

identiſch mit einem jetzt noch lebenden Fiſche wäre“; er fügt die wichtige Bemerkung hinzu: „daß in den unteren Tertiärgebilden, z. B. im Grobkalk und London Clay, ⅓ der foſſilen Fiſche bereits ganz untergegangenen Geſchlechtern zugehöre; unter der Kreide ſei kein einziges Fiſchgeſchlecht der heutigen Zeit mehr zu finden, und die wunderbare Familie der Sauroiden (Fiſche mit Schmelzſchuppen, die in der Bildung ſich faſt den Reptilien nähern und von der Kohlenformation, in welcher die größten Arten liegen, bis zu der Kreide vereinzelt aufſteigen) verhalte ſich zu den beiden Geſchlechtern (Lepidoſteus und Polypterus), welche die amerikaniſchen Flüſſe und den Nil bevölkern, wie unſre jetzigen Elephanten und Tapire zu den Maſtodonten und Anaplotherien der Urwelt.“[77]

Kreideſchichten aber, welche noch zwei dieſer Sauroiden-Fiſche, und rieſenhafte Reptilien, wie eine ganze bereits untergegangene Welt von Corallen und Muſcheln darbieten, ſind, nach Ehrenberg's ſchöner Entdeckung, aus microſcopiſchen Polythalamien zuſammengeſetzt, deren viele noch heute in unſeren Meeren, und zwar in mittleren Breiten, in der Nord- und Oſtſee, leben. Die erſte Gruppe der Tertiärformation über der Kreide, eine Gruppe, die man ſich gewöhnt hatte durch den Namen: Schichten der Cocän-Periode zu bezeichnen, verdient alſo eigentlich dieſen Namen nicht — „da die Morgendämmerung der mit uns lebenden Natur viel tiefer in die Geſchichte der Erde reicht, als man bisher geglaubt hatte.“[78]

Wie die Fiſche, die älteſten aller Wirbelthiere, ſchon in ſiluriſchen Tranſitionsſchichten ſich zeigen und dann ununterbrochen durch alle Formationen durchgehn, bis in

die Schichten der tertiären Zeit; wie wir die Saurier mit dem Zechſtein haben beginnen ſehn: ſo finden ſich die erſten Säugethiere (Thylacotherium Prevostii und T. Bucklandi, nach Valenciennes[79] mit den Beutelthieren nahe verwandt) in der Juraformation (dem Stonesfield-Schiefer), und der erſte Vogel in den älteren Kreidegebilden[80]. Das ſind nach unſerm jetzigen Wiſſen die unteren Grenzen der Fiſche, der Saurier, der Säugethiere und der Vögel.

Wenn aber auch von den wirbelloſen Thieren in den älteſten Formationen Stein-Corallen und Serpuliten mit ſehr ausgebildeten Cephalopoden und Cruſtaceen gleichzeitig, alſo die verſchiedenſten Ordnungen unabgeſondert erſcheinen, ſo ſind dagegen in vielen einzelnen Gruppen derſelben Ordnung ſehr beſtimmte Geſetze entdeckt worden. Muſchel-Verſteinerungen derſelben Art, Goniatiten, Trilobiten und Nummuliten bilden ganze Berge. Wo verſchiedene Geſchlechter gemengt ſind, iſt nicht bloß oft eine beſtimmte Reihefolge der Organismen nach Verhältniß der Auflagerung der Formationen erkannt worden; man hat auch in den untergeordneten Schichten derſelben Formation die Aſſociation gewiſſer Geſchlechter und Arten beobachtet. Durch die ſcharfſinnige Auffindung der Geſetze der Lobenſtellung hat Leopold von Buch die Unzahl der Ammoniten in wohl geſonderte Familien getheilt, und erwieſen, wie die Ceratiten dem Muſchelkalk, die Widder (Arietes) dem Lias, die Goniatiten dem Tranſitions-Kalkſtein und der Grauwacke angehören.[81] Belemniten haben ihre untere Grenze[82] im Keuper, den der Jurakalkſtein bedeckt, ihre obere in der Kreide. Die Waſſer ſind zu denſelben Epochen in weit von einander entfernten Weltgegenden durch

Schalthiere belebt gewesen, die wenigstens theilweise, wie man heute bestimmt weiß, identisch mit den in Europa fossilen waren. Leopold von Buch hat aus der südlichen Hemisphäre (Vulkan Maypo in Chili) Exogyren und Trigonien, d'Orbigny hat aus dem Himalaya-Gebirge und den indischen Ebnen von Cutsch Ammoniten und Gryphaeen bezeichnet, der Art nach genau identisch mit denen, welche aus dem alten Jurameer in Deutschland und Frankreich abgesetzt worden sind.

Gebirgsschichten, ausgezeichnet durch bestimmte Arten der Petrefacte oder durch bestimmte Geschiebe, die sie enthalten, bilden einen geognostischen Horizont, nach welchem der forschende Geognost, wo er zweifelhaft bleibt, sich orientiren kann, und dessen Verfolgung sichere Aufschlüsse gewährt über die Identität oder das relative Alter der Formationen, über die periodische Wiederkehr gewisser Schichten, ihren Parallelismus oder ihre gänzliche Suppression (Verkümmerung). Wenn man so den Typus der Sediment-Gebilde in der größten Einfachheit seiner Verallgemeinerung auffassen will, so folgen von unten nach oben:

1) das sogenannte Uebergangs-Gebirge in den zwei Abtheilungen unterer und oberer Grauwacke (silurischer und devonischer Schichten), letztere vormals als alter rother Sandstein bezeichnet;

2) die untere Trias[83], als Bergkalk, Steinkohlengebirge sammt Todtliegendem, und Zechstein;

3) die obere Trias, als bunter Sandstein[84], Muschelkalk und Keuper;

4) der Jurakalk (Lias und Oolithen);

5) Quadersandstein, untere und obere Kreide, als die letzte der Flözschichten, welche mit dem Bergkalk beginnen;

6) Tertiär-Gebilde in drei Abtheilungen, die durch Grobkalk, Braunkohle und Sub-Apenninen-Gerölle bezeichnet werden.

Im Schuttlande folgen dann die riesenmäßigen Knochen vorweltlicher Säugethiere: Mastodonten, Dinotherium, Missurium, und die Megatheriden, unter denen Owen's faulthier-artiger Mylodon 11 Fuß Länge erreicht. Zu diesen vorweltlichen Geschlechtern gesellen sich die fossilen Reste jetzt lebender Thiere: Elephant, Rhinoceros, Ochs, Pferd und Hirsch. Das mit Mastodonten-Knochen überfüllte Feld bei Bogota (Campo de Gigantes), in dem ich sorgfältig graben ließ [85], liegt 8200 Fuß über dem Meeresspiegel; und in den Hochebenen von Mexico gehören die gefundenen Gebeine untergegangenen Arten wahrer Elephanten an. So wie die, gewiß zu sehr ungleichen Epochen gehobene Andeskette, enthalten auch die Vorgebirge des Himalaya (die Sewalik-Hügel, welche der Capitän Cautley und Dr. Falconer so eifrig durchsucht haben) neben den zahlreichen Mastodonten, dem Sivatherium und der riesenhaften, 12 Fuß langen und 6 Fuß hohen Landschildkröte der Vorwelt (Colossochelys) Geschlechter unserer Zeit: Elephanten, Rhinoceros und Giraffen; ja, was sehr zu beachten ist, in einer Zone, die heute noch dasselbe tropische Klima genießt, welches man zur Zeit der Mastodonten vermuthen darf. [86]

Nachdem wir die anorganischen Bildungsstufen der Erdrinde mit den thierischen Resten verglichen haben, welche in derselben begraben liegen, bleibt uns noch übrig einen

anderen Theil der Geſchichte des organiſchen Lebens zu berühren: den der Vegetations-Epochen, der mit der zunehmenden Größe des trocknen Landes und den Modificationen der Atmoſphäre wechſelnden Floren. Die älteſten Tranſitionsſchichten zeigen, wie ſchon oben bemerkt, nur zellige Laubpflanzen des Meeres. Erſt in den devoniſchen Schichten hat man von Gefäßpflanzen einige kryptogamiſche Formen (Calamiten und Lycopodiaceen) beobachtet.[87] Nichts ſcheint zu beweiſen, wie man aus theoretiſchen Anſichten über Einfachheit der erſten Lebensformen hat annehmen wollen, daß das vegetabiliſche Leben früher als das animaliſche auf der alten Erde erwacht ſei, daß dieſes durch jenes bedingt ſei. Selbſt die Exiſtenz von Menſchenſtämmen, welche in die eiſige Gegend der nordiſchen Polarländer zurückgedrängt worden ſind und allein von Fiſchfang und Cetaceen leben, mahnt uns an die Möglichkeit der Entbehrung alles Pflanzenſtoffes. Nach den devoniſchen Schichten und dem Bergkalk erſcheint ein Gebilde, deſſen botaniſche Zergliederung in der neueſten Zeit ſo glänzende Fortſchritte gemacht hat.[88] Die Steinkohlen-Formation umfaßt nicht bloß farnartige cryptogamiſche Gewächſe und phanerogamiſche Monocotylen (Gräſer, yucca-artige Liliengewächſe und Palmen), ſie enthält auch gymnoſperme Dicotyledonen (Coniferen und Cycadeen). Faſt 400 Arten ſind ſchon aus der Flor der Steinkohlengebilde bekannt. Wir nennen hier nur die baumartigen Calamiten und Lycopodiaceen, ſchuppige Lepidodendreen, Sigillarien, bis zu 60 Fuß Länge und bisweilen aufwärts ſtehend eingewurzelt, und ausgezeichnet durch ein doppeltes Gefäßbündel-Syſtem; cactus-ähnliche Stigmarien, eine

Unzahl von Farnkräutern, theils als Stämme, theils als Wedel, und durch ihre Menge die noch ganz insuläre Gestalt[89] des trockenen Landes andeutend; Cycadeen[90], und besonders Palmen[91], in geringer Zahl, Asterophylliten mit quirlförmigen Blättern, den Najaden verwandt, araucarienartige Coniferen[92] mit schwachen Andeutungen von Jahresringen. Die Verschiedenartigkeit des Charakters einer Vegetation, welche auf den trockengelegten und gehobenen Theilen des alten rothen Sandsteins sich üppig entwickelt hat, von der Pflanzenwelt der jetzigen Zeit erhält sich auch in der späteren Vegetationsperiode bis zu den letzten Schichten der Kreide; aber bei großer Fremdartigkeit der Formen zeigt die Steinkohlen-Flora doch eine sehr auffallende einförmige[93] Verbreitung derselben Geschlechter (wenn auch nicht immer derselben Arten) in allen Theilen der damaligen Erdoberfläche: in Neu-Holland, Canada, Grönland und Melville's Insel.

Die Vegetation der Vorwelt bietet vorzugsweise solche Gestalten dar, welche durch gleichzeitige Verwandtschaft mit mehreren Familien der jetzigen Welt daran erinnern, daß mit ihr viele Zwischenglieder organischer Entwickelungsstufen untergegangen sind. So stehen, um nur zwei Beispiele anzuführen, die Arten von Lepidodendron nach Lindley zwischen den Coniferen und den Lycopoditen[94], dahingegen die Araucariten und Piniten in der Vereinigung der Gefäßbündel etwas fremdartiges zeigen. Bleibt aber auch unsere Betrachtung allein auf die Jetztwelt beschränkt, so ist die Auffindung von Cycadeen und Zapfenbäumen (Coniferen) in der alten Steinkohlen-Flora neben den Sagenarien und dem Lepidodendron doch von großer Bedeutsamkeit. Die

Coniferen haben nämlich nicht bloß Verwandtſchaft mit den Cupuliferen und den Betulineen, welchen wir ſie in der Braunkohlen-Formation beigeſellt ſehen, ſie haben ſie auch mit den Lycopoditen. Die Familie der ſagu-artigen Cycadeen nähert ſich im äußeren Anſehen den Palmen, während ſie im Bau der Blüthen und Saamen weſentlich mit den Coniferen übereinſtimmt.[95] Wo mehrere Steinkohlenflöze über einander liegen, ſind die Geſchlechter und Arten nicht immer gemengt, ſondern meiſt geſchlechterweiſe geordnet: ſo daß Lycopoditen und gewiſſe Farnkräuter ſich nur in einem Flöze, und Stigmarien und Sigillarien in einem anderen finden. Um ſich von der Ueppigkeit des Pflanzenwuchſes der Vorwelt und von der durch Strömungen angehäuften Maſſe des, gewiß[96] auf naſſem Wege in Kohle verwandelten vegetabiliſchen Stoffes einen Begriff zu machen, muß man ſich erinnern, daß in dem Saarbrücker Kohlengebirge 120 Kohlenlagen über einander liegen, die vielen ſchwachen, bis gegen einen Fuß dicken, ungerechnet; daß es Kohlenflöze von 30, ja zu Johnſtone (Schottland) und im Creuzot (Burgund) von mehr als 50 Fuß Mächtigkeit giebt: während in der Waldregion unſerer gemäßigten Zone die Kohle, welche die Waldbäume eines gegebenen Flächenraums enthalten, dieſen Raum in 100 Jahren im Durchſchnitt nur mit einer Schicht von 7 Linien Dicke bedecken würde[97]. Nahe der Mündung des Miſſiſippi und in den vom Admiral Wrangel beſchriebenen ſogenannten hölzernen Bergen des ſibiriſchen Eismeeres findet ſich noch jetzt eine ſolche Zahl von Baumſtämmen durch Flußverzweigungen und Meeresſtröme zuſammengetrieben, daß die Schichten des Treibholzes an

die Vorgänge mahnen können, welche in den Binnenwaſſern und Inſelbuchten der Vorwelt die Erzeugung der Steinkohlenablagerungen veranlaßten. Dazu verdanken dieſe Ablagerungen gewiß einen beträchtlichen Theil ihres Materials nicht den großen Baumſtämmen, ſondern kleinen Gräſern, Laubkräutern und niedrigen Cryptogamen.

Die Zuſammengeſellung von Palmen und Coniferen, die wir bereits in dem Steinkohlengebilde bezeichnet haben, geht fort faſt durch alle Formationen bis tief in die Tertiär-Periode. In der jetzigen Welt ſcheinen ſie ſich eher zu fliehen. Wir haben uns, wenn gleich mit Unrecht, ſo gewöhnt, alle Coniferen als eine nordiſche Form zu betrachten: daß ich ſelbſt, von den Küſten der Südſee nach Chilpanſingo und den Hochthälern von Mexico aufſteigend, in Erſtaunen gerieth, als ich zwiſchen der Venta de la Moxonera und dem Alto de los Caxones (3800 Fuß über dem Meeresſpiegel) einen ganzen Tag durch einen dichten Wald von Pinus occidentalis ritt, in welchem dieſer, der Weimuthsfichte ſo ähnliche Zapfenbaum einer, mit vielfarbigen Papageien bedeckten Fächerpalme[98] (Corypha dulcis) beigeſellt war. Südamerika nährt Eichen, aber keine einzige Pinusart; und das erſte Mal, als ich wieder die heimiſche Geſtalt einer Tanne ſah, erſchien ſie mir in der entfremdenden Nähe einer Fächerpalme. Auch im nordöſtlichſten Ende der Inſel Cuba[99], ebenfalls unter den Tropen, doch kaum über dem Meeresſpiegel erhoben, ſah auf ſeiner erſten Entdeckungsreiſe Chriſtoph Columbus Coniferen und Palmen zuſammen wachſen. Der ſinnige, alles beachtende Mann merkt es, als eine Sonderbarkeit, in ſeinem Reiſejournale an, und ſein Freund Anghiera,

der Secretär Ferdinands des Catholischen, sagt mit Verwunderung, „daß in dem neu aufgefundenen Lande man palmeta und pineta beisammen fände.“ Es ist für die Geologie von großem Interesse, die jetzige Vertheilung der Pflanzen auf dem Erdboden mit der zu vergleichen, welche die Floren der Vorwelt offenbaren. Die temperirte Zone der wasser- und inselreichen südlichen Hemisphäre, in welcher Tropenformen sich wunderbar unter die Formen kälterer Erdstriche mischen, bietet nach Darwin's schönen, lebensfrischen Schilderungen [100] die belehrendsten Beispiele für alte und neue, vorweltliche und dermalige Pflanzengeographie. Die vorweltliche ist im eigentlichen Sinne des Worts ein Theil der Pflanzengeschichte.

Die Cycadeen, welche der Zahl der Arten nach in der Vorwelt eine weit wichtigere Rolle als in der jetzigen spielten, begleiten die ihnen verwandten Coniferen von dem Steinkohlengebilde aufwärts. Sie fehlen fast gänzlich in der Epoche des bunten Sandsteins, in der Coniferen von seltener Bildung (Voltzia. Haidingera. Albertia) üppig wachsen; die Cycadeen erlangen aber ihr Maximum in den Keuperschichten und dem Lias, wo an 20 verschiedene Formen auftreten. In der Kreide herrschen Meerespflanzen und Najaden. Die Cycadeenwälder der Juraformation sind dann längst erschöpft, und selbst in den älteren Tertiärgebilden bleiben sie tief hinter den Coniferen und Palmen zurück. [1]

Die Ligniten oder Braunkohlen-Schichten, die in allen Abtheilungen der Tertiärperiode vorhanden sind, zeigen in den frühesten kryptogamische Landpflanzen, einige Palmen, viel Coniferen mit deutlichen Jahresringen, und

Laubhölzer von mehr oder minder tropischem Charakter. In der mittleren tertiären Periode bemerkt man das völlige Zurücktreten der Palmen und Cycadeen, in der letzten endlich eine große Aehnlichkeit mit der gegenwärtigen Flora. Es erscheinen plötzlich und in Fülle unsere Fichten und Tannen, unsere Cupuliferen, Ahorn und Pappeln. Die Dicotylen-Stämme der Braunkohle zeichnen sich bisweilen durch riesenmäßige Dicke und hohes Alter aus. Bei Bonn wurde ein Stamm gefunden, in dem Röggerath 792 Jahresringe[2] zählte. Im nördlichen Frankreich bei Yseur (unsern Abbeville) sind im Torfmoor der Somme Eichen von 14 Fuß Durchmesser entdeckt: eine Dicke, die im Alten Continent außerhalb der Wendekreise sehr auffallend ist. Nach Göppert's gründlichen Untersuchungen, welche hoffentlich bald durch Kupfertafeln erläutert erscheinen werden, „kommt aller baltische Bernstein von einer Conifere, die, wie die vorhandenen Reste des Holzes und der Rinde in verschiedenen Alterszuständen beweisen, unserer Weiß- und Rothtanne am nächsten kam, aber eine eigene Art bildete. Der Bernsteinbaum der Vorwelt (Pinites succifer) hatte einen Harzreichthum, welcher mit dem keiner Conifere der Jetztwelt zu vergleichen ist: da nicht bloß in und auf der Rinde, sondern auch im Holze nach dem Verlauf der Markstrahlen, die, wie die Holzzellen, unter dem Microscope noch deutlich zu erkennen sind, wie peripherisch zwischen den Holzringen große Massen Bernsteinharz, bisweilen weißer und gelber Farbe zugleich, abgelagert sind. Unter den im Bernstein eingeschlossenen Vegetabilien finden sich männliche und weibliche Blüthen von heimischem Nadelholz und Cupuliferen, aber deutliche Fragmente von

Thuja, Cupressus, Ephedera und Castania vesca, mit Wachholder und Tannen gemengt, deuten auf eine Vegetation, welche nicht die unsrer Ostseeküsten und der baltischen Ebene ist."

In dem geologischen Theile des Naturgemäldes sind wir nun die ganze Reihe der Bildungen von dem ältesten Eruptionsgestein und den ältesten Sedimentbildungen an bis zu dem Schuttlande durchlaufen, auf welchem die großen Felsblöcke liegen, über deren Verbreitungs-Ursache noch lange gestritten werden wird, die wir aber geneigt sind minder tragenden Eisschollen, als dem Durchbruch und Herabsturz zurückgehaltener Wassermassen bei Hebung der Gebirgsketten zuzuschreiben [3]. Das älteste Gebilde der Transitions-Formation, das wir kennen gelernt, sind Schiefer und Grauwacke, welche einige Reste von Seetang einschließen aus dem silurischen, einst cambrischen Meere. Worauf ruhte dies sogenannte älteste Gebilde, wenn Gneiß und Glimmerschiefer nur als umgewandelte Sedimentschichten betrachtet werden müssen? Soll man eine Vermuthung wagen über das, was nicht Gegenstand einer wirklichen geognostischen Beobachtung sein kann? Nach einer indischen Urmythe trägt ein Elephant die Erde; er selbst, damit er nicht falle, wird wiederum von einer Riesen-Schildkröte getragen. Worauf die Schildkröte ruhe, ist den gläubigen Brahminen nicht zu fragen erlaubt. Wir wagen uns hier an ein ähnliches Problem, wenn auch mannigfaltigen Tadels der Lösung gewärtig. Bei der ersten Bildung der Planeten, wie wir sie in dem astronomischen Theile des Naturgemäldes wahrscheinlich gemacht, wurden dunstförmige, um die Sonne circulirende Ringe in

Kugeln geballt, die von außen nach innen allmälig erstarrten. Was wir die älteren silurischen Schichten nennen, sind nur obere Theile der festen Erdrinde. Das Eruptionsgestein, das wir diese durchbrechen und heben sehen, steigt aus uns unzugänglicher Tiefe empor; es existirt demnach schon unter den silurischen Schichten, aus derselben Association von Mineralien zusammengesetzt, die wir als Gebirgsarten, da wo sie durch den Ausbruch uns sichtbar werden, Granit, Augitfels oder Quarzporphyr nennen. Auf Analogien gestützt, dürfen wir annehmen, daß das, was weite Spalten gleichsam gangartig ausfüllt und die Sedimentschichten durchbricht, nur Zweige eines unteren Lagers sind. Aus den größten Tiefen wirken die noch thätigen Vulkane; und nach den seltenen Fragmenten zu urtheilen, die ich in sehr verschiedenen Erdstrichen in den Lavaströmen habe eingeschlossen gefunden, halte auch ich es für mehr als wahrscheinlich, daß ein uranfängliches Granitgestein die Unterlage[4] des großen, mit so vielen organischen Resten angefüllten Schichtenbaues sei. Wenn olivinführende Basalte sich erst in der Kreide-Epoche, Trachyte noch später sich zeigen, so gehören die Ausbrüche des Granits dagegen, wie auch die Producte der Metamorphose es lehren, in die Epoche der ältesten Sedimentschichten der Transitions-Formation. Wo die Erkenntniß nicht aus der unmittelbaren Sinnesanschauung erwachsen kann, ist es wohl erlaubt, auch nach bloßer Induction, wie nach sorgfältiger Vergleichung der Thatsachen eine Vermuthung aufzustellen, die dem alten Granit einen Theil der bedrohten Rechte und den Ruhm der Uranfänglichkeit wiedergiebt.

Die neueren Fortschritte der Geognosie, d. i. die erweiterte Kenntniß von den geognostischen Epochen, welche durch die mineralogische Verschiedenheit der Gebirgsformationen, durch die Eigenthümlichkeit und Reihefolge der Organismen, die sie enthalten, durch die Lagerung (Aufrichtung oder ungestörte Horizontalität der Schichten) charakterisirt werden; leiten uns, dem inneren Causalzusammenhang der Erscheinungen folgend, auf die räumliche Vertheilung der Feste und des Flüssigen, der Continente und der Meere, welche die Oberfläche unsers Planeten bilden. Wir deuten hier auf einen Verbindungspunkt zwischen der erdgeschichtlichen und der geographischen Geognosie, auf die Totalbetrachtung der Gestalt und Gliederung der Continente. Die Umgrenzung des Starren durch das Flüssige, das Areal-Verhältniß des einen zum anderen ist sehr verschieden gewesen in der langen Reihefolge der geognostischen Epochen: je nachdem Steinkohlenschichten sich horizontal an die aufgerichteten Schichten von Bergkalk und alten rothen Sandstein; Lias und Jura sich an das Gestade von Keuper und Muschelkalk; Kreide sich an die Abhänge von Grünsand und Jurakalk sedimentarisch angelehnt haben. Nennt man nun mit Elie de Beaumont Jura- und Kreide-Meere die Wasser, unter denen sich Jurakalk und Kreide schlammartig niederschlagen, so bezeichnen die Umrisse der eben genannten Formationen für zwei Epochen die Grenze zwischen dem noch steinbildenden Oceane und der schon trockengelegten Feste. Man hat den sinnreichen Gedanken gehabt, Carten für diesen physischen Theil der alten Geographie zu entwerfen: Carten, die vielleicht sicherer sind als die der

Wanderungen der Jo oder der homerischen Geographie. Die letzteren stellen Meinungen, mythische Gebilde graphisch dar; die ersteren Thatsachen der positiven Formationslehre.

Das Resultat der Untersuchungen über die Raumverhältnisse des trocknen Areals ist: daß in den frühesten Zeiten, in der silurischen und devonischen Transitions-Epoche, wie in der ersten Flözzeit, über die Trias hinaus, der continentale, mit Landpflanzen bedeckte Boden auf einzelne Inseln beschränkt war; daß diese Inseln sich in späteren Epochen mit einander vereinigten und längs tiefeingeschnittener Meerbusen viele Landseen umschlossen; daß endlich, als die Gebirgsketten der Pyrenäen, der Apenninen, und die Karpathen emporstiegen, also gegen die Zeit der älteren Tertiärschichten, große Continente fast schon in ihrer jetzigen Größe erschienen. In der silurischen Welt, wie in der Epoche der Cycadeen-Fülle und riesenartiger Saurier mochte, von Pol zu Pol, des trocknen Landes wohl weniger sein als zu unsrer Zeit in der Südsee und in dem indischen Meere. Wie diese überwiegende Wassermenge in Gemeinschaft mit anderen Ursachen zur Erhöhung der Temperatur und zu größerer Gleichmäßigkeit der Klimate beigetragen hat, wird später entwickelt werden. Hier muß nur noch in der Betrachtung der allmäligen Vergrößerung (Agglutination) der gehobenen trocknen Erdstriche bemerkt werden, daß kurz vor den Umwälzungen, welche, nach kürzeren oder längeren Pausen, in der Diluvial-Periode den plötzlichen Untergang so vieler riesenartigen Wirbelthiere herbeigeführt haben, ein Theil der jetzigen Continentalmassen doch schon vollkommen von einander getrennt waren. Es herrscht in Südamerika und in den

Auſtralländern eine groſse Aehnlichkeit zwiſchen den dort lebenden und den untergegangenen Thieren. In Neu-Holland hat man foſſile Reſte von Känguruh, in Neu-Seeland halbfoſſile Knochen eines ungeheuren ſtraußartigen Vogels, Owen's Dinornis, entdeckt, welcher nahe mit der jetzigen Apteryx, wenig aber mit dem erſt ſpät untergegangenen Dronte (Dodo) von der Inſel Rodriguez verwandt iſt.

Die derzeitige Geſtaltung der Continente verdankt vielleicht groſsentheils ihre Hebung über dem umgebenden Waſſerſpiegel der Eruption der Quarzporphyre: einer Eruption, welche die erſte groſse Landflor, das Material des Steinkohlengebirges, ſo gewaltſam erſchüttert hat. Was wir Flachland der Continente nennen, ſind aber nur die breiten Rücken von Hügeln und Gebirgen, deren Fuſs in dem Meeresboden liegt. Jedes Flachland iſt nach ſeinen ſubmariniſchen Verhältniſſen eine Hochebene, deren Unebenheiten durch neue Sedimentformationen in horizontaler Lage abgeſetzt, wie durch angeſchwemmtes Schuttland verdeckt werden.

Unter den allgemeinen Betrachtungen, die in ein Naturgemälde gehören, nimmt den erſten Rang ein die Quantität der über dem Meeresſpiegel hervorragenden und gehobenen Feſte; dieſer Beſtimmung des räumlichen Maaſses folgt dann die Betrachtung der individuellen Geſtaltung in horizontaler Ausdehnung (Gliederungs-Verhältniſſe) oder in ſenkrechter Erhebung (hypſometriſche Verhältniſſe der Gebirgsketten). Unſer Planet hat zwei Umhüllungen: eine allgemeine, den Luftkreis, als elaſtiſche Flüſſigkeit; und eine particuläre, nur local verbreitete, die Feſte umgrenzende und dadurch

ihre Figur bedingende, das Meer. Beide Umhüllungen des Planeten, Luft und Meer, bilden ein Naturganzes, welches der Erdoberfläche die Verschiedenheit der Klimate giebt: nach Maaßgabe der relativen Ausdehnung von Meer und Land, der Gliederung und Orientirung der Feste, der Richtung und Höhe der Gebirgsketten. Aus dieser Kenntniß der gegenseitigen Einwirkung von Luft, Meer und Land ergiebt sich, daß große meteorologische Phänomene, von geognostischen Betrachtungen getrennt, nicht verstanden werden können. Die Meteorologie, wie die Geographie der Pflanzen und Thiere haben erst begonnen einige Fortschritte zu machen, seitdem man sich von der gegenseitigen Abhängigkeit der zu ergründenden Erscheinungen überzeugt hat. Das Wort Klima bezeichnet allerdings zuerst eine specifische Beschaffenheit des Luftkreises; aber diese Beschaffenheit ist abhängig von dem perpetuirlichen Zusammenwirken einer all- und tiefbewegten, durch Strömungen von ganz entgegengesetzter Temperatur durchfurchten Meeresfläche mit der wärmestrahlenden trocknen Erde, die mannigfaltig gegliedert, erhöht, gefärbt, nackt oder mit Wald und Kräutern bedeckt ist.

In dem jetzigen Zustande der Oberfläche unsers Planeten verhält sich das Areal der Feste zu dem des Flüssigen wie 1 zu $2\frac{4}{5}$ (nach Rigaud[5] wie 100 : 270). Die Inseln bilden dermalen kaum $\frac{1}{28}$ der Continentalmassen. Letztere sind so ungleich vertheilt, daß sie auf der nördlichen Halbkugel dreimal so viel Land darbieten als auf der südlichen. Die südliche Hemisphäre ist also recht eigentlich vorherrschend oceanisch. Von 40° südlicher Breite an gegen den antarctischen Pol hin ist die Erdrinde fast ganz mit

Waſſer bedeckt. Eben ſo vorherrſchend, und nur von ſparſamen Inſelgruppen unterbrochen, iſt das flüſſige Element zwiſchen der Oſtküſte der Alten und der Weſtküſte der Neuen Welt. Der gelehrte Hydrograph Fleurieu hat dieſes weite Meerbecken mit Recht zum Unterſchiede aller anderen Meere den Großen Ocean genannt. Es nimmt derſelbe unter den Wendekreiſen einen Raum von 145 Längengraden ein. Die ſüdliche und weſtliche Hemiſphäre (weſtlich vom Meridian von Teneriffa aus gerechnet) ſind alſo die waſſerreichſten Regionen der ganzen Erdoberfläche.

Dies ſind die Hauptmomente der Betrachtung über die relative Quantität des Feſtlandes und der Meere; ein Verhältniß, das auf die Vertheilung der Temperatur, den veränderten Luftdruck, die Windesrichtung und den, die Vegetationskraft weſentlich beſtimmenden Feuchtigkeitsgehalt der Atmoſphäre ſo mächtig einwirkt. Wenn man bedenkt, daß faſt $^3/_4$ der Oberfläche[6] des Planeten mit Waſſer bedeckt ſind, ſo iſt man minder verwundert über den unvollkommenen Zuſtand der Meteorologie bis zu dem Anfange des jetzigen Jahrhunderts: einer Epoche, in welcher zuerſt eine beträchtliche Maſſe genauer Beobachtungen über die Temperatur des Meeres unter verſchiedenen Breiten und in verſchiedenen Jahreszeiten erlangt und numeriſch mit einander verglichen wurden.

Die horizontale Geſtaltung des Feſtlandes in ſeinen allgemeinſten Verhältniſſen der Ausdehnung iſt ſchon in frühen Zeiten des griechiſchen Alterthums ein Gegenſtand ſinnreicher Betrachtungen geweſen. Man ſuchte das Maximum der Ausdehnung von Weſten nach Oſten, und Dicäarchus nach dem Zeugniß des Agathemerus fand es in der

Breite von Rhodos, in der Richtung von den Säulen des Hercules bis Thinä. Das ist die Linie, welche man den Parallel des Diaphragma des Dicäarchus nannte und über deren astronomische Richtigkeit der Lage, die ich an einem andern Orte untersucht, man mit Recht erstaunen muß[7]. Strabo, wahrscheinlich durch Eratosthenes geleitet, scheint so überzeugt gewesen zu sein, daß dieser Parallel von 36°, als Maximum der Ausdehnung in der ihm bekannten Welt, einen inneren Grund der Erdgestaltung habe, daß er das Festland, welches er prophetisch in der nördlichen Halbkugel zwischen Iberien und der Küste von Thinä vermuthete, ebenfalls unter diesem Breitengrade verkündigte.[8]

Wenn, wie wir schon oben bemerkt, auf der einen Halbkugel der Erde (man mag dieselbe durch den Aequator oder durch den Meridian von Teneriffa halbiren) beträchtlich mehr Land sich über den Meeresspiegel erhoben hat als auf der entgegengesetzten; so haben die beiden großen Ländermassen, wahre vom Ocean auf allen Seiten umgebene Inseln, welche wir die östliche und westliche Feste, den alten und neuen Continent nennen, neben dem auffallendsten Contraste der Totalgestaltung oder vielmehr der Orientirung ihrer größten Axen doch im einzelnen manche Aehnlichkeit der Configuration, besonders der räumlichen Beziehungen zwischen den einander gegenüberstehenden Küsten. In der östlichen Feste ist die vorherrschende Richtung, die Lage der langen Axe, von Osten gegen Westen (bestimmter von Südwest gen Nordost), in der westlichen Feste aber von Süden nach Norden, meridianartig (bestimmter von SSO nach NNW). Beide Ländermassen sind im Norden

in der Richtung eines Breiten-Parallels (meiſt in den von 70°) abgeſchnitten; im Süden laufen ſie in pyramidale Spitzen aus, meiſt mit ſubmaritimer Verlängerung in Inſeln und Bänken. Dies bezeugen der Archipel von Tierra del Fuego, die Lagullas-Bank ſüdlich vom Vorgebirge der guten Hoffnung, Van Diemens Land, durch die Baß-Straße von Neu-Holland (Auſtralien) getrennt. Das nördliche aſiatiſche Geſtade überſteigt im Cap Taimura (78° 16′ nach Kruſenſtern) den obengenannten Parallel, während es von der Mündung des großen Tſchukotſchja-Fluſſes an öſtlich gegen die Berings-Straße hin im öſtlichſten Vorgebirge Aſiens, in Cook's Oſtcap, nur 66° 3′ nach Beechey erreicht.[9] Das nördliche Ufer des neuen Continents folgt ziemlich genau dem Parallelkreis von 70°, da ſüdlich und nördlich von der Barrow-Straße, von Boothia Felix und Victoria-Land alles Land nur abgeſonderte Inſeln ſind.

Die pyramidale Geſtaltung aller ſüdlichen Endſpitzen der Continente gehört unter die similitudines physicae in configuratione Mundi, auf welche ſchon Baco von Verulam im Neuen Organon aufmerkſam machte und an die Cook's Begleiter auf der zweiten Weltumſeglung, Reinhold Forſter, ſcharfſinnige Betrachtungen geknüpft hat. Wenn man von dem Meridian von Teneriffa ſich gegen Oſten wendet, ſo ſieht man die Endſpitzen der drei Continente, nämlich die Südſpitzen von Afrika (als dem Extrem der ganzen Alten Welt), von Auſtralien und von Südamerika, ſtufenweiſe ſich dem Südpol mehr nähern. Das volle 12 Breitengrade lange Neu-Seeland bildet ſehr regelmäßig ein Zwiſchenglied zwiſchen Auſtralien und Süd-

amerika, ebenfalls mit einer Insel (Neu-Leinster) endigend. Eine merkwürdige Erscheinung ist noch, daß fast ganz unter denselben Meridianen, unter welchen in der Ländermasse des Alten Continents sich die größte Ausdehnung gegen Süden zeigt, auch die nördlichen Gestade am höchsten gegen den Nordpol vordringen. Dies ergiebt sich aus der Vergleichung des Vorgebirges der guten Hoffnung und der Bank Lagullas mit dem europäischen Nordcap, der Halbinsel Malacca mit dem sibirischen Cap Taimura.[10] Ob festes Land die beiden Erdpole umgürtet oder ob die Pole nur von einem Eismeere umflossen, mit Flözlagen von Eis (erstarrtem Wasser) bedeckt sind, wissen wir nicht. An dem Nordpol ist man bis 82° 55′ Breite, an dem Südpol nur bis zu dem Parallel von 78° 10′ gelangt.

So wie die großen Ländermassen pyramidal enden, so wiederholt sich diese Gestaltung auch mannigfaltig im Kleinen: nicht bloß im indischen Ocean (Halbinseln von Arabien, Hindustan und Malacca), sondern auch, wie schon Eratosthenes und Polybius bemerkten, im Mittelmeer, wo sie die iberische, italische und hellenische mit einander sinnig verglichen haben[11]. Europa, mit einem Areal fünfmal kleiner als das von Asien, ist gleichsam nur eine westliche vielgegliederte Halbinsel des asiatischen, fast ungegliederten Welttheils; auch beweisen die klimatischen Verhältnisse Europa's, daß es sich zu Asien verhält wie die peninsulare Bretagne zum übrigen Frankreich[12]. Wie die Gliederung eines Continents, die höhere Entwicklung seiner Form zugleich auf die Gesittung und den ganzen Culturzustand der Völker wirkt, bemerkt schon Strabo[13], indem er unseres kleinen Welttheils „vielgestaltete

Form" als einen besondern Vorzug preist. Afrika[14] und Südamerika, die ohnedies so viel Aehnlichkeit in ihrer Configuration zeigen, sind unter allen großen Ländermassen diejenigen, welche die einfachste Küstenform haben. Nur das östliche Littoral von Asien bietet, wie von der östlichen Meeresströmung[15] zertrümmert (fractas ex aequore terras), eine mannigfaltige, gestaltenreiche Form dar. Halbinseln und nahe Eilande wechseln dort mit einander vom Aequator an bis 60° Breite.

Unser atlantische Ocean trägt alle Spuren einer Thalbildung. Es ist als hätten fluthende Wasser den Stoß erst gegen Nordost, dann gegen Nordwest, und dann wiederum nordöstlich gerichtet. Der Parallelismus der Küsten nördlich von 10° südl. Breite an, die vor- und einspringenden Winkel, die Convexität von Brasilien dem Golf von Guinea gegenüber, die Convexität von Afrika unter einerlei Breiten mit dem antillischen Meerbusen sprechen für diese gewagt scheinende Ansicht.[16] Hier im atlantischen Thale, wie fast überall in der Gestaltung großer Ländermassen, stehen eingeschnittene und inselreiche Ufer den uneingeschnittenen entgegen. Ich habe längst darauf aufmerksam gemacht, wie geognostisch denkwürdig auch die Vergleichung der Westküsten von Afrika und Südamerika in der Tropenzone sei. Die busenförmige Einbeugung des afrikanischen Gestades bei Fernando Po ($4^{0}\frac{1}{2}$ nördlicher Breite) wiederholt sich in dem Südsee-Gestade unter $18^{0}\frac{1}{4}$ südlicher Breite in dem Wendepunkt bei Arica, wo (zwischen dem Valle de Arica und dem Morro de Juan Diaz) die peruanische Küste plötzlich ihre Richtung von Süden nach Norden in eine nordwestliche verwandelt. Diese

Veränderung der Richtung erstreckt sich in gleichem Maaße auf die in zwei Parallelzöcher getheilte hohe Andeskette: nicht bloß auf die dem Littoral[17] nahe, sondern auch auf die östliche, den früheften Sitz menschlicher Cultur im südamerikanischen Hochlande, wo das kleine Alpenmeer von Titicaca von den Bergcoloffen des Sorata und Illimani begrenzt wird. Weiter gegen Süden, von Valdivia und Chiloe an (40° bis 42° südl. Br.) durch den Archipel de los Chonos bis zum Feuerlande, findet sich die seltene Fiordbildung wiederholt (das Gewirre schmaler tief eindringender Busen), welche in der nördlichen Hemisphäre die Westküsten von Norwegen und Schottland charakterisirt.

Dies sind die allgemeinsten Betrachtungen über die dermalige Gestaltung der Continente (die Ausdehnung des Festlandes in horizontaler Richtung), wie sie der Anblick der Oberfläche unsres Planeten veranlaßt. Wir haben hier Thatsachen zusammengestellt, Analogien der Form in entfernten Erdstrichen, die wir nicht Gesetze der Form zu nennen wagen. Wenn man an dem Abhange eines noch thätigen Vulkans, z. B. am Vesuv, die nicht ungewöhnliche Erscheinung partieller Hebungen beachtet, in denen kleine Theile des Bodens, vor einem Ausbruch oder während desselben, ihr Niveau um mehrere Fuße bleibend verändern und dachförmige Gräten oder flache Erhöhungen bilden; so erkennt der Wanderer, wie von geringfügigen Zufällen der Kraftintensität unterirdischer Dämpfe und der Größe des zu überwindenden Widerstandes es abhangen muß, daß die gehobenen Theile diese oder jene Form und Richtung annehmen. Eben so mögen geringe Störungen des Gleichgewichts im Inneren unsres

Planeten die hebenden elaſtiſchen Kräfte beſtimmt haben mehr gegen die nördliche als gegen die ſüdliche Erdhälfte zu wirken, das Feſtland in der öſtlichen Erdhälfte als eine breite zuſammenhangende Maſſe mit der Hauptaxe faſt dem Aequator parallel, in der weſtlichen, mehr oceaniſchen Hälfte ſchmal und meridianartig aufzutreiben.

Ueber den Cauſalzuſammenhang ſolcher großen Begebenheiten der Länderbildung, der Aehnlichkeit und des Contraſtes in der Geſtaltung, iſt wenig empiriſch zu ergründen. Wir erkennen nur das Eine: daß die wirkende Urſach unterirdiſch iſt; daß die jetzige Länderform nicht auf einmal entſtanden, ſondern, wie wir ſchon oben bemerkt, von der Epoche der ſiluriſchen Formation (neptuniſchen Abſcheidung) bis zu den Tertiärſchichten nach mannigfaltigen oſcillirenden Hebungen und Senkungen des Bodens ſich allmälig vergrößert hat und aus einzelnen kleineren Continenten zuſammengeſchmolzen iſt. Die dermalige Geſtaltung iſt das Product zweier Urſachen, die auf einander folgend gewirkt haben: einmal einer unterirdiſchen Kraftäußerung, deren Maaß und Richtung wir zufällig nennen, weil wir ſie nicht zu beſtimmen vermögen, weil ſie ſich für unſern Verſtand dem Kreiſe der Nothwendigkeit entziehen; zweitens der auf der Oberfläche wirkenden Potenzen, unter denen vulkaniſche Ausbrüche, Erdbeben, Entſtehung von Bergketten und Meeresſtrömungen die Hauptrolle geſpielt haben. Wie ganz anders würde der Temperatur-Zuſtand der Erde, und mit ihm der Zuſtand der Vegetation, des Ackerbaues und der menſchlichen Geſellſchaft ſein, wenn die Hauptaxe des Neuen Continents einerlei Richtung mit der des Alten hätte;

wenn die Andeskette, ſtatt meridianartig, von Oſten nach Weſten aufgeſtiegen wäre; wenn ſüdlich von Europa kein feſtes wärmeſtrahlendes Tropenland (Afrika) läge; wenn das Mittelmeer, das einſt mit dem caſpiſchen und rothen Meere zuſammenhing und ein ſo weſentliches Beförderungsmittel der Völkergeſittung geworden iſt, nicht exiſtirte; wenn ſein Boden zu gleicher Höhe mit der lombardiſchen und cyrenaiſchen Ebene gehoben worden wäre!

Die Veränderungen des gegenſeitigen Höhen-Verhältniſſes der flüſſigen und ſtarren Theile der Erdoberfläche (Veränderungen, welche zugleich die Umriſſe der Continente beſtimmen, mehr niedriges Land trocken legen oder daſſelbe überfluthen) ſind mannigfaltigen ungleichzeitig wirkenden Urſachen zuzuſchreiben. Die mächtigſten ſind ohnſtreitig geweſen: die Kraft der elaſtiſchen Dämpfe, welche das Innere der Erde einſchließt; die plötzliche Temperatur-Veränderung[18] mächtiger Gebirgsſchichten; der ungleiche ſeculäre Wärmeverluſt der Erdrinde und des Erdkernes, welcher eine Faltung (Runzelung) der ſtarren Oberfläche bewirkt; örtliche Modificationen der Anziehungskraft[19] und durch dieſelben hervorgebrachte veränderte Krümmung einer Portion des flüſſigen Elements. Daß die Hebung der Continente eine wirkliche Hebung, nicht bloß eine ſcheinbare, der Geſtalt der Oberfläche des Meeres zugehörige ſei, ſcheint, nach einer jetzt allgemein verbreiteten Anſicht der Geognoſten, aus der langen Beobachtung zuſammenhangender Thatſachen, wie aus der Analogie wichtiger vulkaniſcher Erſcheinungen zu folgen. Auch das Verdienſt dieſer Anſicht gehört Leopold von Buch, der ſie in ſeiner denkwürdigen, in den Jahren 1806 und 1807 vollbrachten Reiſe durch Norwegen und

Schweden[20] ausſprach, wodurch ſie zuerſt in die Wiſſenſchaft eingeführt ward. Während die ganze ſchwediſche und finnländiſche Küſte von der Grenze des nördlichen Schonens (Sölvitsborg) über Geſle bis Torneo, und von Torneo bis Abo ſich hebt (in einem Jahrhundert bis 4 Fuß), ſinkt nach Nilſon das ſüdliche Schweden[21]. Das Maximum der hebenden Kraft ſcheint im nördlichen Lapland zu liegen. Die Hebung nimmt gegen Süden bis Calmar und Sölvitsborg allmälig ab. Linien des alten Meeresniveau's aus vorhiſtoriſchen Zeiten ſind in ganz Norwegen[22] vom Cap Lindesnäs bis zum äußerſten Nordcap durch Muſchelbänke des jetzigen Meeres bezeichnet, und neuerlichſt von Bravais während des langen winterlichen Aufenthalts in Boſekop auf das genaueſte gemeſſen worden. Sie liegen bis 600 Fuß hoch über dem jetzigen mittleren Meeresſtande, und erſcheinen nach Keilhau und Eugen Robert auch dem Nordcap gegenüber (in NNW) an den Küſten von Spitzbergen. Leopold von Buch, der am früheſten auf die hohe Muſchelbank bei Tromſoe (Breite 69° 40') aufmerkſam gemacht, hat aber ſchon gezeigt, daß die älteren Hebungen am nordiſchen Meere zu einer anderen Claſſe von Erſcheinungen gehören als das ſanfte (nicht plötzliche oder ruckweiſe) Aufſteigen des ſchwediſchen Littorals im bothniſchen Meerbuſen. Die letztere, durch ſichere hiſtoriſche Zeugniſſe wohl bewährte Erſcheinung darf ebenfalls nicht mit der Niveauveränderung des Bodens bei Erdbeben (wie an den Küſten von Chili und Cutſch) verwechſelt werden. Sie hat ganz neuerlichſt zu ähnlichen Beobachtungen in anderen Ländern Veranlaſſung gegeben. Dem Aufſteigen entſpricht bisweilen als Folge der Faltung der Erdſchichten ein

bemerkbares Sinken; so in West-Grönland (nach Pingel und Graah), in Dalmatien und in Schonen.

Wenn man es für überaus wahrscheinlich hält, daß im Jugendalter unseres Planeten die oscillirenden Bewegungen des Bodens, die Hebung und Senkung der Oberfläche intensiver als jetzt waren; so darf man weniger erstaunt sein im Inneren der Continente selbst noch einzelne Theile der Erdoberfläche zu finden, welche tiefer als der dermalige, überall gleiche Meeresspiegel liegen. Beispiele dieser Art bieten dar die vom General Andreossy beschriebenen Natron-Seen, die kleinen bitteren Seen in der Landenge von Suez, das caspische Meer, der See Tiberias und vor allem das todte Meer[23]. Das Niveau der Wasser in den beiden letzten Seen ist 625 und 1230 Fuß niedriger als der Wasserspiegel des mittelländischen Meeres. Wenn man das Schuttland, welches die Steinschichten in so vielen ebenen Gegenden der Erde bedeckt, plötzlich wegnehmen könnte, so würde sich offenbaren, wie viele Theile der felsigen Erdoberfläche auch dermalen tiefer liegen als der jetzige Meeresspiegel. Das periodische, wenn gleich unregelmäßig wechselnde Steigen und Fallen der Wasser des caspischen Meeres, wovon ich selbst in dem nördlichen Theile dieses Beckens deutliche Spuren gesehen, scheint zu beweisen[24], wie die Beobachtungen von Darwin in den Corallen-Meeren[25], daß, ohne eigentliches Erbeben, der Erdboden noch jetzt derselben sanften und fortschreitenden Oscillationen fähig ist, welche in der Urzeit, als die Dicke der schon erhärteten Erdrinde geringer war, sehr allgemein gewesen sind.

Die Erscheinungen, auf welche wir hier die Aufmerksamkeit heften, mahnen an die Unbeständigkeit der gegen-

wärtigen Ordnung der Dinge, an die Veränderungen, denen nach langen Zeit-Intervallen der Umriß und die Gestaltung der Continente sehr wahrscheinlich unterworfen sind. Was für die nächsten Menschenalter kaum bemerkbar ist, häuft sich in Perioden an, von deren Länge uns die Bewegung ferner Himmelskörper das Maaß giebt. Seit 8000 Jahren ist vielleicht das östliche Ufer der scandinavischen Halbinsel um 320 Fuß gestiegen; in 12000 Jahren werden, wenn die Bewegung gleichmäßig ist, Theile des Meerbodens, welche dem Ufer der Halbinsel nahe liegen und heute noch mit einer Wasserschicht von beinahe 50 Brassen Dicke bedeckt sind, an die Oberfläche kommen und anfangen trocken zu liegen. Was ist aber die Kürze dieser Zeiten gegen die Länge der geognostischen Perioden, welche die Schichtenfolge der Formationen und die Schaaren untergegangener, ganz verschiedenartiger Organismen uns offenbaren! Wie wir hier nur das Phänomen der Hebung betrachten, so können wir, auf die Analogien beobachteter Thatsachen gestützt, in gleichem Maaße auch die Möglichkeit des Sinkens, der Depression ganzer Landstriche annehmen. Die mittlere Höhe des nicht gebirgigen Theils von Frankreich beträgt noch nicht volle 480 Fuß. Mit älteren geognostischen Perioden verglichen, in denen größere Veränderungen im Innern des Erdkörpers vorgingen, gehört also eben nicht eine sehr lange Zeit dazu, um sich beträchtliche Theile vom nordwestlichen Europa bleibend überschwemmt, in ihren Littoral-Umrissen wesentlich anders gestaltet zu denken, als sie es dermalen sind.

Sinken und Steigen des Festen oder des Flüssigen — in ihrem einseitigen Wirken so entgegengesetzt, daß das

Steigen des einen das ſcheinbare Sinken des andern hervorruft — ſind die Urſach aller Geſtaltveränderungen der Continente. In einem allgemeinen Naturgemälde, bei einer freien, nicht einſeitigen Begründung der Erſcheinungen in der Natur muß daher wenigſtens auch der Möglichkeit einer Waſſerverminderung, eines wirklichen Sinkens des Meeresſpiegels Erwähnung geſchehen. Daß bei der ehemaligen erhöhten Temperatur der Erdoberfläche, bei der größeren, waſſerverſchluckenden Zerklüftung derſelben, bei einer ganz anderen Beſchaffenheit der Atmoſphäre einſt große Veränderungen im Niveau der Meere ſtatt gefunden haben, welche von der Zu- oder Abnahme des Tropfbar-Flüſſigen auf der Erde abhingen: iſt wohl keinem Zweifel unterworfen. In dem dermaligen Zuſtande unſres Planeten fehlt es aber bisher gänzlich an directen Beweiſen für eine reelle, fortdauernde Ab- oder Zunahme des Meeres; es fehlt auch an Beweiſen für allmälige Veränderungen der mittleren Barometerhöhe im Niveau der Meere an denſelben Beobachtungspunkten. Nach Dauſſy's und Antonio Nobile's Erfahrungen würde Vermehrung der Barometerhöhe ohnedies von ſelbſt eine Erniedrigung des Waſſerſpiegels hervorbringen. Da aber der mittlere Druck der Atmoſphäre im Niveau des Oceans aus meteorologiſchen Urſachen der Windesrichtung und Feuchtigkeit nicht unter allen Breiten derſelbe iſt, ſo würde das Barometer allein nicht einen ſicheren Zeugen der Niveauveränderung des Tropfbar-Flüſſigen abgeben. Die denkwürdigen Erfahrungen, nach denen im Anfange dieſes Jahrhunderts wiederholt einige Häfen des Mittelmeeres viele Stunden lang ganz trocken lagen, ſcheinen zu beweiſen, daß in ihrer Richtung und Stärke

veränderte Meeresströmungen, ohne wirkliche Wasserverminderung, ohne eine allgemeine Depression des ganzen Oceans, ein örtliches Zurücktreten des Meeres und ein permanentes Trockenlegen von einem kleinen Theile des Littorals veranlassen können. Bei den Kenntnissen, die wir neuerlichst von diesen verwickelten Erscheinungen erlangt haben, muß man sehr vorsichtig in ihrer Deutung sein: da leicht einem der „alten Elemente", dem Wasser, zugeschrieben wird, was zwei anderen, der Erde oder der Luft, angehört.

Wie die Gestaltung der Continente, die wir bisher in ihrer horizontalen Ausdehnung geschildert haben, durch äußere Gliederung, d. i. vielfach eingeschnittene Küsten-Umrisse, einen wohlthätigen Einfluß auf das Klima, den Handel und die Fortschritte der Cultur ausübt; so giebt es auch eine Art der inneren Gliederung durch senkrechte Erhebung des Bodens (Bergzüge und Hochebenen), welche nicht minder wichtige Folgen hat. Alles, was auf der Oberfläche des Planeten, dem Wohnsitze des Menschengeschlechts, Abwechselung der Formen und Vielgestaltung (Polymorphie) erzeugt (neben den Bergketten große Seen, Grassteppen, selbst Wüsten, von Waldgegenden küstenartig umgeben), prägt dem Völkerleben einen eigenthümlichen Charakter ein. Schneebedeckte Hochmassen hindern den Verkehr; aber ein Gemisch von niedrigeren abgesonderten Gebirgsgliedern[26] und Tiefländern, wie so glücklich sie das westliche und südliche Europa darbietet, vervielfältigt die meteorologischen Processe, wie die Producte des Pflanzenreichs; es erzeugt auch, weil dann jedem Erdstrich, selbst unter denselben Breitengraden, andre Culturen angehören, Bedürfnisse, deren Befriedigung die Thätigkeit

der Einwohner anregt. So haben die furchtbaren Umwälzungen, welche in Folge einer Wirkung des Inneren gegen das Aeußere durch plötzliches Aufrichten eines Theils der oxydirten Erdrinde das Emporsteigen mächtiger Gebirgsketten veranlaßten, dazu gedient, nach Wiederherstellung der Ruhe, nach dem Wiedererwachen schlummernder Organismen den Festen beider Erdhälften einen schönen Reichthum individueller Bildungen zu verleihen, ihnen wenigstens dem größeren Theile nach die öde Einförmigkeit zu nehmen, welche verarmend auf die physischen und intellectuellen Kräfte der Menschheit einwirkt.

Jedem Systeme[27] dieser Bergketten ist nach den großartigen Ansichten von Elie de Beaumont ein relatives Alter angewiesen, daß das Aufsteigen der Bergkette nothwendig zwischen die Ablagerungszeiten der aufgerichteten und der bis zum Fuß der Berge sich horizontal erstreckenden Schichten fallen muß. Die Faltungen der Erdrinde (Aufrichtungen der Schichten), welche von gleichem geognostischen Alter sind, scheinen sich dazu einer und derselben Richtung anzuschließen. Die Streichungslinie der aufgerichteten Schichten ist nicht immer der Axe der Ketten parallel, sondern durchschneidet bisweilen dieselbe: so daß dann, meiner Ansicht nach[28], das Phänomen der Aufrichtung der Schichten, die man selbst in der angrenzenden Ebene wiederholt findet, älter sein muß als die Hebung der Kette. Die Hauptrichtung des ganzen Festlandes von Europa (Südwest gen Nordost) ist den großen Erdspalten entgegengesetzt, welche sich (Nordwest gen Südost) von den Mündungen des Rheins und der Elbe durch das adriatische und rothe Meer, wie durch das Bergsystem des Putschi-Koh in Luristan, nach

dem persischen Meerbusen und dem indischen Ocean hinziehen. Ein solches fast rechtwinkliges Durchkreuzen geodätischer Linien hat einen mächtigen Einfluß ausgeübt auf die Handelsverhältnisse von Europa mit Asien und dem nordwestlichen Afrika, wie auf den Gang der Civilisation an den vormals glücklicheren Ufern des Mittelmeers.[29]

Wenn mächtige und hohe Gebirgsketten als Zeugen großer Erdrevolutionen, als Grenzscheiden der Klimate, als Wasser-Vertheiler oder als Träger einer anderen Pflanzenwelt unsere Einbildungskraft beschäftigen; so ist es um so nothwendiger, durch eine richtige numerische Schätzung ihres Volums zu zeigen, wie gering im Ganzen die Quantität der gehobenen Massen im Vergleich mit dem Areal ganzer Länder ist. Die Masse der Pyrenäen z. B., einer Kette, von der die mittlere Höhe des Rückens und der Flächeninhalt der Basis, welche sie bedeckt, durch genaue Messungen bekannt sind, würde, auf das Areal von Frankreich gestreut, letzteres Land nur um 108 Fuß erhöhen. Die Masse der östlichen und westlichen Alpenkette würde in ähnlichem Sinne die Höhe des Flachlandes von Europa nur um 20 Fuß vermehren. Durch eine mühevolle Arbeit[30], die aber ihrer Natur nach nur eine obere Grenze, d. i. eine Zahl giebt, welche wohl kleiner, aber nicht größer sein kann, habe ich gefunden, daß der Schwerpunkt des Volums der über dem jetzigen Meeresspiegel gehobenen Länder in Europa und Nordamerika 630 und 702, in Asien und Südamerika 1062 und 1080 Fuß hoch liegt. Diese Schätzungen bezeichnen die Niedrigkeit der nördlichen Regionen: die großen Steppen des Flachlandes von Sibirien werden durch die ungeheure Anschwellung des asiatischen

Bodens zwiſchen den Breitengraden von 28°½ bis 40°, zwiſchen dem Himalaya, dem nordtübetiſchen Kuen-lün und dem Himmelsgebirge, compenſirt. Man lieſt gewiſſermaßen in den gefundenen Zahlen, wo die plutoniſchen Mächte des inneren Erdkörpers am ſtärkſten in der Hebung der Continentalmaſſen gewirkt haben.

Nichts kann uns Sicherheit geben, daß jene plutoniſchen Mächte im Lauf kommender Jahrhunderte den von Elie de Beaumont bisher aufgezählten Bergſyſtemen verſchiedenen Alters und verſchiedener Richtung nicht neue hinzufügen werden. Warum ſollte die Erdrinde ſchon die Eigenſchaft ſich zu *falten* verloren haben? Die faſt zuletzt hervorgetretenen Gebirgsſyſteme der Alpen und der Andeskette haben im Montblanc und Monte Roſa, im Sorata, Illimani und Chimborazo Coloſſe gehoben, welche eben nicht auf eine Abnahme in der Intenſität der unterirdiſchen Kräfte ſchließen laſſen. Alle geognoſtiſche Phänomene deuten auf periodiſche Wechſel von Thätigkeit und Ruhe.[31] Die Ruhe, die wir genießen, iſt nur eine ſcheinbare. Das Erbeben, welches die Oberfläche unter allen Himmelsſtrichen, in jeglicher Art des Geſteins erſchüttert, das aufſteigende Schweden, die Entſtehung neuer Ausbruch-Inſeln zeugen eben nicht für ein ſtilles Erdenleben.

Die beiden Umhüllungen der ſtarren Oberfläche unſres Planeten, die *tropfbar-flüſſige* und die *luftförmige*, bieten, neben den Contraſten, welche aus der großen Verſchiedenheit ihres Aggregat- und Elaſticitätszuſtandes entſtehen, auch, wegen der Verſchiebbarkeit der Theile, durch ihre Strömungen und ihre Temperatur-Verhältniſſe, mannigfaltige Analogien dar. Die Tiefe des Oceans und des

Luftmeeres sind uns beide unbekannt. Im Ocean hat man an einigen Punkten, unter den Tropen, in einer Tiefe von 25300 Fuß (mehr als einer geographischen Meile) noch keinen Grund gefunden; im letzteren, falls es, wie Wollaston will, begrenzt und also wellenschlagend ist, läßt das Phänomen der Dämmerung auf eine wenigstens neunmal größere Tiefe schließen. Das Luftmeer ruht theils auf der festen Erde, deren Bergketten und Hochebenen, wie wir schon oben bemerkt, als grüne, waldbewachsene Untiefen aufsteigen, theils auf dem Ocean, dessen Oberfläche den beweglichen Boden bildet, auf dem die unteren dichteren, wassergetränkten Luftschichten gelagert sind.

Von der Grenze beider, des Luftmeeres und des Oceans, an aufwärts und abwärts sind Luft- und Wasserschichten bestimmten Gesetzen der Wärmeabnahme unterworfen. In dem Luftmeer ist diese Wärmeabnahme um vieles langsamer als im Ocean. Das Meer hat unter allen Zonen eine Tendenz, die Wärme seiner Oberfläche in den der Luft nächsten Wasserschichten zu bewahren, da die erkalteten Theile als die schwereren hinabsteigen. Eine große Reihe sorgfältiger Temperaturbeobachtungen lehrt, daß in dem gewöhnlichen und mittleren Zustande seiner Oberfläche der Ocean, vom Aequator an bis 48° nördlicher und südlicher Breite, etwas wärmer ist als die zunächst liegenden Luftschichten. Wegen der mit der Tiefe abnehmenden Temperatur können Fische und andere Bewohner des Meeres, die vielleicht wegen der Natur ihrer Kiemen- und Hautrespiration tiefe Wasser lieben, selbst unter den Wendekreisen nach Willkühr die niedrige Temperatur, das kühle Klima finden, welche ihnen in höheren Breiten unter der gemäßigten und kalten

Zone vorzugsweise zusagten. Dieser Umstand, analog der milden, ja selbst kalten Alpenluft auf den Hochebenen der heißen Zone, übt einen wesentlichen Einfluß aus auf die Migration und die geographische Verbreitung vieler Seethiere. Die Tiefe, in der die Fische leben, modificirt durch vermehrten Druck gleichmäßig ihre Hautrespiration und den Sauer- und Stickstoff-Gehalt der Schwimmblase.

Da süßes und salziges Wasser nicht bei derselben Temperatur das Maximum ihrer Dichtigkeit erreichen und der Salzgehalt des Meeres den Thermometergrad der größten Dichtigkeit herabzieht, so hat man in den Reisen von Kotzebue und Dupetit-Thouars aus den pelagischen Abgründen Wasser schöpfen können, welche die niedrige Temperatur von 2°,8 und 2°,5 hatten. Diese eisige Temperatur des Meerwassers herrscht auch in der Tiefe der Tropenmeere, und ihre Existenz hat zuerst auf die Kenntniß der unteren Polarströme geleitet, die von den beiden Polen gegen den Aequator hin gerichtet sind. Ohne diese unterseeische Zuströmung würden die Tropenmeere in jenen Abgründen nur diejenige Temperatur haben können, welche dem Maximum der Kälte gleich ist, die örtlich die herabsinkenden Wassertheilchen an der wärmestrahlenden und durch Luftcontact erkälteten Oberfläche im Tropenklima erlangen. In dem mittelländischen Meere wird, wie Arago scharfsinnig bemerkt, die große Erkältung der unteren Wasserschichten bloß darum nicht gefunden, weil das Eindringen des tiefen Polarstromes in die Straße von Gibraltar, wo an der Oberfläche das atlantische Meer von Westen gen Osten einströmt, durch eine ost-westliche untere

Gegenströmung des mittelländischen Meeres in den atlantischen Ocean gehindert wird.

Die, im allgemeinen die Klimate ausgleichende und mildernde tropfbar-flüssige Umhüllung unsers Planeten zeigt da, wo sie nicht von pelagischen Strömen kalter und warmer Wasser durchfurcht wird, fern von den Küsten in der Tropenzone, besonders zwischen 10° nördlicher und 10° südlicher Breite, in Strecken, die Tausende von Quadratmeilen einnehmen, eine bewundernswürdige Gleichheit und Beständigkeit der Temperatur.[33] Man hat daher mit Recht gesagt[34], daß eine genaue und lange fortgesetzte Ergründung dieser thermischen Verhältnisse der Tropenmeere uns auf die einfachste Weise über das große, vielfach bestrittene Problem der Constanz der Klimate und der Erdwärme unterrichten könne. Große Revolutionen auf der leuchtenden Sonnenscheibe würden sich demnach, wenn sie von langer Dauer wären, gleichsam in der veränderten mittleren Meereswärme, sicherer noch als in den mittleren Temperaturen der Feste, reflectiren. Die Zonen, in welchen die Maxima der Dichte (des Salzgehalts) und der Temperatur liegen, fallen nicht mit dem Aequator zusammen. Beide Maxima sind von einander getrennt, und die wärmsten Wasser scheinen zwei nicht ganz parallele Banden nördlich und südlich vom geographischen Aequator zu bilden. Das Maximum des Salzgehalts fand Lenz, auf seiner Reise um die Erde, im stillen Meere in 22° nördlicher und 17° südlicher Breite. Wenige Grade südlich von der Linie lag sogar die Zone des geringsten Salzgehaltes. In den Regionen der Windstille kann die Sonnenwärme wenig die Verdunstung befördern, weil eine mit Salzdunst geschwängerte

Luftschicht dort unbewegt und unerneuert auf der Oberfläche des Meeres ruhet.

Die Oberfläche aller mit einander zusammenhangenden Meere muß im allgemeinen hinsichtlich ihrer mittleren Höhe als vollkommen in Niveau stehend betrachtet werden. Oertliche Ursachen (wahrscheinlich herrschende Winde und Strömungen) haben aber in einzelnen tiefeingeschnittenen Busen, z. B. im rothen Meere, permanente, wenn gleich geringe Verschiedenheiten des Niveau's hervorgebracht. An der Landenge von Suez beträgt der höhere Stand der Wasser über denen des Mittelmeers zu verschiedener Tagesstunde 24 und 30 Fuß. Die Form des Canals (Bab-el-Mandeb), durch welchen die indischen Wasser leichter ein- als ausströmen können, scheint zu dieser merkwürdigen permanenten, schon im Alterthum bekannten Erhöhung der Oberfläche des rothen Meeres mit beizutragen.[35] Die vortrefflichen geodätischen Operationen von Coraboeuf und Delcros zeigen längs der Kette der Pyrenäen wie zwischen den Küsten von Nord-Holland und Marseille keine bemerkbare Verschiedenheit der Gleichgewichts-Oberfläche des Oceans und des Mittelmeers.[36]

Störungen des Gleichgewichts und die dadurch erregte Bewegung der Wasser sind: theils unregelmäßig und vorübergehend vom Winde abhängig, und Wellen erzeugend, die fern von den Küsten im offenen Meere, im Sturm, über 35 Fuß Höhe ansteigen; theils regelmäßig und periodisch durch die Stellung und Anziehung der Sonne und des Monds bewirkt (Ebbe und Fluth); theils permanent, doch in ungleicher Stärke, als pelagische Strömung. Die Erscheinungen der Ebbe und Fluth, über alle Meere verbreitet (außer den

kleinen und sehr eingeschlossenen, wo die Fluthwelle kaum oder gar nicht merklich wird), sind durch die Newton'sche Naturlehre vollständig erklärt, d. h. „in den Kreis des Nothwendigen zurückgeführt". Jede dieser periodisch wiederkehrenden Schwankungen des Meerwassers ist etwas länger als ein halber Tag. Wenn sie im offenen Weltmeer kaum die Höhe von einigen Fußen betragen, so steigen sie als Folge der Configuration der Küsten, die sich der kommenden Fluthwelle entgegensetzen, in St. Malo zu 50, in Acadien zu 65 bis 70 Fuß. „Unter der Voraussetzung, daß die Tiefe des Meeres vergleichungsweise mit dem Halbmesser der Erde nicht bedeutend sei, hat die Analyse des großen Geometers Laplace bewiesen, wie die Stetigkeit des Gleichgewichts des Meeres fordere, daß die Dichte seiner Flüssigkeit kleiner sei als die mittlere Dichte der Erde. In der That ist die letztere, wie wir oben gesehen, fünfmal so groß als die des Wassers. Das hohe Land kann also nie überfluthet werden, und die auf den Gebirgen gefundenen Ueberreste von Seethieren können keinesweges durch ehemals höhere Fluthen (durch die Stellung der Sonne und des Mondes veranlaßt) in diese Lage gekommen sein." [37] Es ist kein geringes Verdienst der Analyse, die in den unwissenschaftlichen Kreisen des sogenannten bürgerlichen Lebens vornehm verschmäht wird, daß Laplace's vollendete Theorie der Ebbe und Fluth es möglich gemacht hat in unsern astronomischen Ephemeriden die Höhe der bei jedem Neu- und Vollmonde zu erwartenden Springfluthen vorherzuverkündigen und so die Küstenbewohner auf die eintretende, besonders bei der Mondnähe noch vermehrte Gefahr aufmerksam zu machen.

Oceaniſche Strömungen, die einen ſo wichtigen Einfluß auf den Verkehr der Nationen und auf die klimatiſchen Verhältniſſe der Küſten ausüben, ſind faſt gleichzeitig von einer Menge ſehr verſchiedenartiger, theils großer, theils ſcheinbar kleiner Urſachen abhängig. Dahin gehören: die um die Erde fortſchreitende Erſcheinungszeit der Ebbe und Fluth; die Dauer und Stärke der herrſchenden Winde; die durch Wärme und Salzgehalt unter verſchiedenen Breiten und Tiefen modificirte Dichte und ſpecifiſche Schwere der Waſſertheilchen[38]; die von Oſten nach Weſten ſucceſſiv eintretenden und unter den Tropen ſo regelmäßigen, ſtündlichen Variationen des Luftdruckes. Die Strömungen bieten das merkwürdige Schauſpiel dar, daß ſie von beſtimmter Breite in verſchiedenen Richtungen das Meer flußartig durchkreuzen, während daß nahe Waſſerſchichten unbewegt gleichſam das Ufer bilden. Dieſer Unterſchied der bewegten und ruhenden Theile iſt am auffallendſten, wo lange Schichten von fortgeführtem Seetang die Schätzung der Geſchwindigkeit der Strömung erleichtern. In den unteren Schichten der Atmoſphäre bemerkt man bei Stürmen bisweilen ähnliche Erſcheinungen der begrenzten Luftſtrömung. Mitten im dichten Walde werden die Bäume nur in einem ſchmalen Längenſtreifen umgeworfen.

Die allgemeine Bewegung der Meere zwiſchen den Wendekreiſen von Oſten nach Weſten (Aequatorial- oder Rotations-Strom genannt) wird als eine Folge der fortſchreitenden Fluthzeit und der Paſſatwinde betrachtet. Sie verändert ihre Richtung durch den Widerſtand, welchen ſie an den vorliegenden öſtlichen Küſten der Continente findet. Das neue Reſultat, welches Dauſſy aus der

Bewegung aufgefangener, von Reisenden absichtlich ausgeworfener Flaschen geschöpft hat, stimmt bis auf $^1/_{18}$ mit der Schnelligkeit der Bewegung überein (10 französische milles marins, jede zu 952 Toisen, alle 24 Stunden), welche ich nach der Vergleichung früherer Erfahrungen gefunden[39] hatte. Schon in dem Schiffsjournal seiner dritten Reise (der ersten, in welcher er gleich im Meridian der canarischen Inseln in die Tropengegend zu gelangen suchte) sagt Christoph Columbus[40]: „ich halte es für ausgemacht, daß die Meereswasser sich von Osten gen Westen bewegen, wie der Himmel (las aguas van con los cielos)"; d. i. wie die scheinbare Bewegung von Sonne, Mond und allen Gestirnen.

Die schmalen Ströme, wahre oceanische Flüsse, welche die Weltmeere durchstreifen, führen warme Wasser in höhere, oder kalte Wasser in niedere Breiten. Zu der ersten Classe gehört der berühmte, von Anghiera[41] und besonders von Sir Humfrey Gilbert bereits im sechzehnten Jahrhundert erkannte atlantische Golfstrom[42]: dessen erster Anfang und Impuls südlich vom Vorgebirge der guten Hoffnung zu suchen ist, und der in seinem großen Kreislaufe aus dem Meer der Antillen und dem mexicanischen Meerbusen durch die Bahama-Straße ausmündet; von Südsüdwest gen Nordnordost gerichtet, sich immer mehr und mehr von dem Littoral der Vereinigten Staaten entfernt und, bei der Bank von Neufundland ostwärts abgelenkt, häufig tropische Saamen (Mimosa scandens, Guilandina bonduc, Dolichos urens) an die Küsten von Irland, von den Hebriden und von Norwegen wirft. Seine nordöstlichste Verlängerung trägt wohlthätig zu der minderen Kälte des

Seewassers und des Klima's an dem nördlichsten Cap von Scandinavien bei. Wo der warme Golfstrom sich von der Bank von Neufundland gegen Osten wendet, sendet er 42 unweit der Azoren einen Arm gegen Süden. Dort liegt das Sargasso-Meer, die große Fucus-Bank, welche so lebhaft die Einbildungskraft von Christoph Columbus beschäftigte und welche Oviedo die Tang-Wiesen (Praderias de yerva) nennt. Eine Unzahl kleiner Seethiere bewohnen diese ewig grünenden, von lauen Lüften hin und her bewegten Massen von Fucus natans, einer der verbreitetsten unter den geselligen Pflanzen des Meeres.

Das Gegenstück zu diesem, fast ganz der nördlichen Hemisphäre zugehörigen Strom im atlantischen Meeresthale zwischen Afrika, Amerika und Europa bildet eine Strömung in der Südsee, deren niedrige, auch auf das Klima des Littorals bemerkbar einwirkende Temperatur ich im Herbst 1802 zuerst aufgefunden habe. Sie bringt die kalten Wasser der hohen südlichen Breiten an die Küsten von Chili, folgt den Küsten dieses Landes und denen von Peru erst von Süden gegen Norden, dann (von der Bucht bei Arica an) von Südsüdost gegen Nordnordwest. Mitten in der Tropengegend hat dieser kalte oceanische Strom zu gewissen Jahreszeiten nur 15°,6 (12° ½ R.), während daß die ruhenden Wasser außerhalb des Stromes eine Temperatur von 27°,5 und 28°,7 (22—23° R.) zeigen. Wo das Littoral von Südamerika, südlich von Payta, am meisten gegen Westen vorspringt, beugt der Strom sich plötzlich in derselben Richtung von dem Lande ab, von Osten gegen Westen gewandt: so daß man, weiter nach Norden schiffend, von dem kalten Wasser plötzlich in das warme gelangt.

Man weiß nicht, wie weit die oceaniſchen Ströme, warme und kalte, gegen den Meeresboden hin ihre Bewegung fortpflanzen. Die Ablenkung der ſüd-afrikaniſchen Strömung durch die, volle 70—80 Braſſen tiefe Lagullasbank ſcheint eine ſolche Fortpflanzung zu erweiſen. Sandbänke und Untiefen, außerhalb der Strömungen gelegen, ſind mehrentheils, nach der Entdeckung des edlen Benjamin Franklin, durch die Kälte der Waſſer erkennbar, welche auf denſelben ruhen. Dieſe Erniedrigung der Temperatur ſcheint mir in dem Umſtande gegründet, daß durch Fortpflanzung der Bewegung des Meeres tiefe Waſſer an den Rändern der Bänke aufſteigen und ſich mit den oberen vermiſchen. Mein verewigter Freund Sir Humphry Davy dagegen ſchrieb die Erſcheinung, von der die Seefahrer oft für die Sicherheit der Schiffahrt praktiſchen Nutzen ziehen könnten, dem Herabſinken der an der Oberfläche nächtlich erkalteten Waſſertheilchen zu. Dieſe bleiben der Oberfläche näher, weil die Sandbank ſie hindert in größere Tiefe herabzuſinken. Das Thermometer iſt durch Franklin in ein Senkblei umgewandelt. Auf den Untiefen entſtehen häufig Nebel, da ihre kälteren Waſſer den Dunſt aus der Seeluft niederſchlagen. Solche Nebel habe ich, im Süden von Jamaica und auch in der Südſee, den Umriß von Bänken ſcharf und fern erkennbar bezeichnen geſehen. Sie ſtellen ſich dem Auge wie Luftbilder dar, in welchen ſich die Geſtaltungen des unterſeeiſchen Bodens abſpiegeln. Eine noch merkwürdigere Wirkung der waſſer-erkältenden Untiefen iſt die, daß ſie, faſt wie flache Corallen- oder Sandinſeln, auch auf die höheren Luftſchichten einen bemerkbaren Einfluß ausüben. Fern von allen Küſten, auf dem hohen

Meere, bei sehr heiterer Luft, sieht man oft Wolken sich über die Punkte lagern, wo die Untiefen gelegen sind. Man kann dann, wie bei einem hohen Gebirge, bei einem isolirten Pic, ihre Richtung mit dem Compaß aufnehmen.

Aeußerlich minder gestaltenreich als die Oberfläche der Continente, bietet das Weltmeer bei tieferer Ergründung seines Innern vielleicht eine reichere Fülle des organischen Lebens dar, als irgendwo auf dem Erdraume zusammengedrängt ist. Mit Recht bemerkt in dem anmuthigen Journal seiner weiten Seereisen Charles Darwin, daß unsere Wälder nicht so viele Thiere bergen als die niedrige Waldregion des Oceans, wo die am Boden wurzelnden Tanggesträuche der Untiefen oder die frei schwimmenden, durch Wellenschlag und Strömung losgerissenen Fucuszweige ihr zartes, durch Luftzellen emporgehobenes Laub entfalten. Durch Anwendung des Microscops steigert sich noch mehr, und auf eine bewundernswürdige Weise, der Eindruck der Allbelebtheit des Oceans, das überraschende Bewußtseyn, daß überall sich hier Empfindung regt. In Tiefen, welche die Höhe unserer mächtigsten Gebirgsketten übersteigen, ist jede der auf einander gelagerten Wasserschichten mit polygastrischen Seegewürmen, Cyclidien und Ophrydinen belebt. Hier schwärmen, jede Welle in einen Lichtsaum verwandelnd und durch eigene Witterungsverhältnisse an die Oberfläche gelockt, die zahllose Schaar kleiner, funkelnd-blitzender Leuchtthiere, Mammarien aus der Ordnung der Acalephen, Crustaceen, Peridinium und kreisende Nereidinen.

Die Fülle dieser kleinen Thiere und des animalischen Stoffes, den ihre schnelle Zerstörung liefert, ist so unermeßlich, daß das ganze Meerwasser für viele größere

Seegeschöpfe eine nährende Flüssigkeit wird. Wenn schon der Reichthum an belebten Formen, die Unzahl der verschiedenartigsten microscopischen und doch theilweise sehr ausgebildeten Organismen die Phantasie anmuthig beschäftigt, so wird diese noch auf eine ernstere, ich möchte sagen feierlichere Weise angeregt durch den Anblick des Grenzenlosen und Unermeßlichen, welchen jede Seefahrt darbietet. Wer, zu geistiger Selbstthätigkeit erweckt, sich gern eine eigene Welt im Innern bauet, den erfüllt der Schauplatz des freien, offenen Meeres mit dem erhabenen Bilde des Unendlichen. Sein Auge fesselt vorzugsweise der ferne Horizont, wo unbestimmt wie im Dufte Wasser und Luft an einander grenzen, in den die Gestirne hinabsteigen und sich erneuern vor dem Schiffenden. Zu dem ewigen Spiel dieses Wechsels mischt sich, wie überall bei der menschlichen Freude, ein Hauch wehmüthiger Sehnsucht.

Eigenthümliche Vorliebe für das Meer, dankbare Erinnerung an die Eindrücke, die mir das bewegliche Element, zwischen den Wendekreisen, in friedlicher, nächtlicher Ruhe oder aufgeregt im Kampf der Naturkräfte gelassen, haben allein mich bestimmen können den individuellen Genuß des Anblicks vor dem wohlthätigen Einflusse zu nennen, welchen unbestreitbar der Contact mit dem Weltmeer auf die Ausbildung der Intelligenz und des Charakters vieler Völkerstämme, auf die Vervielfältigung der Bande, die das ganze Menschengeschlecht umschlingen sollen, auf die Möglichkeit zur Kenntniß der Gestaltung des Erdraums zu gelangen, endlich auf die Vervollkommnung der Astronomie und aller mathematischen und physikalischen Wissenschaften ausgeübt hat. Ein Theil dieses Einflusses war anfangs

auf das Mittelmeer und die Gestade des südwestlichen Asiens beschränkt; aber von dem sechzehnten Jahrhundert an hat er sich weit verbreitet, und auf Völker erstreckt, die fern vom Meere im Innern der Continente leben. Seitdem Columbus[44] „den Ocean zu entfesseln gesandt war" (so rief ihm auf seinem Krankenlager, im Traumgesicht am Flusse Belem, eine unbekannte Stimme zu), hat auch der Mensch sich geistig freier in unbekannte Regionen gewagt.

Die zweite, und zwar äußerste und allgemein verbreitete Umhüllung unseres Planeten, das Luftmeer, auf dessen niederem Boden oder Untiefen (Hochebenen und Bergen) wir leben, bietet sechs Classen der Naturerscheinungen dar, welche den innigsten Zusammenhang mit einander zeigen, und aus der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre, aus den Veränderungen der Diaphanität, Polarisation und Färbung, aus denen der Dichtigkeit oder des Druckes, der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Electricität entstehen. Enthält die Luft im Sauerstoff das erste Element des physischen Thierlebens, so muß in ihrem Dasein noch eine andere Wohlthat, man möchte sagen höherer Art, bezeichnet werden. Die Luft ist die „Trägerin des Schalles": also auch die Trägerin der Sprache, der Mittheilung der Ideen, der Geselligkeit unter den Völkern. Wäre der Erdball der Atmosphäre beraubt, wie unser Mond, so stellte er sich uns in der Phantasie als eine klanglose Einöde dar.

Das Verhältniß der Stoffe, welche den uns zugänglichen Schichten des Luftkreises angehören, ist seit dem Anfange des neunzehnten Jahrhunderts ein Gegenstand von Untersuchungen gewesen, an denen Gay-Lussac und

ich einen thätigen Antheil genommen haben. Erst ganz neuerlichst hat durch die vortrefflichen Arbeiten von Dumas und Bouſſingault auf neuen und ſicheren Wegen die chemiſche Analyſe der Atmoſphäre einen hohen Grad der Vollkommenheit erreicht. Nach dieſer Analyſe enthält die trockene Luft im Volum 20,8 Sauerſtoff und 79,2 Stickſtoff; dazu 2 bis 5 Zehntauſendtheile Kohlenſäure, eine noch kleinere Quantität von gekohltem Waſſerſtoff [45], und nach den wichtigen Verſuchen von Sauſſure und Liebig Spuren von Ammoniacal-Dämpfen [46], die den Pflanzen ihre ſtickſtoffhaltige Beſtandtheile liefern. Daß der Sauerſtoffgehalt nach Verſchiedenheit der Jahreszeiten oder der örtlichen Lage auf dem Meere und im Inneren eines Continents um eine kleine, aber bemerkbare Menge variire, iſt durch einige Beobachtungen von Lewy wahrſcheinlich geworden. Man begreift, daß Veränderungen, welche microſcopiſche animaliſche Organismen in der in dem Waſſer aufgelöſten Sauerſtoffmenge hervorbringen, Veränderungen in den Luftſchichten nach ſich ziehen können, die zunächſt auf dem Waſſer ruhen. [47] In einer Höhe von 8226 Fuß (Faulhorn) war die durch Martins geſammelte Luft nicht ſauerſtoffärmer als die Luft zu Paris. [48]

Die Beimiſchung des kohlenſauren Ammoniaks in der Atmoſphäre darf man wahrſcheinlich für älter halten als das Daſein der organiſchen Weſen auf der Oberfläche der Erde. Die Quellen der Kohlenſäure [49] in dem Luftkreiſe ſind überaus mannigfaltig. Wir nennen hier zuerſt die Reſpiration der Thiere, welche den ausgehauchten Kohlenſtoff aus der vegetabiliſchen Nahrung, wie die Vegetabilien aus dem Luftkreiſe, empfangen; das Innere der Erde in

der Gegend ausgebrannter Vulkane und die Thermalquellen; die Zersetzung einer kleinen Beimischung gekohlten Wasserstoffs in der Atmosphäre durch die in der Tropengegend so viel häufigere electrische Entladung der Wolken. Außer den Stoffen, die wir so eben als der Atmosphäre in allen uns zugänglichen Höhen eigenthümlich genannt haben, finden sich noch zufällig, besonders dem Boden nahe, andere ihr beigesellt, welche theilweise als Miasmen und gasförmige Contagien auf die thierische Organisation gefahrbringend wirken. Ihre chemische Natur ist uns bisher nicht durch unmittelbare Zerlegung erwiesen; wir können aber durch Betrachtung der Verwesungsprocesse, welche perpetuirlich auf der mit Thier- und Pflanzenstoffen bedeckten Oberfläche unseres Planeten vorgehen, wie durch Combinationen und Analogien aus dem Gebiete der Pathologie geleitet, auf das Dasein solcher schädlichen örtlichen Beimischungen schließen. Ammoniacalische und andere stickstoffhaltige Dämpfe, Schwefelwasserstoffsäure, ja Verbindungen, die den vielbasigen (ternären und quaternären) des Pflanzenreichs[50] ähnlich sind, können Miasmen bilden, die unter mannigfaltiger Gestaltung (keineswegs bloß auf nassem Sumpfboden oder am Meeresstrande, wo er mit faulenden Mollusken oder mit niedrigen Gebüschen von Rizophora mangle und Avicennien bedeckt ist) Tertiärfieber, ja Typhus erregen. Nebel, welche einen eigenthümlichen Geruch verbreiten, erinnern uns in gewissen Jahreszeiten an jene zufälligen Beimischungen des unteren Luftkreises. Winde und der durch die Erwärmung des Bodens erregte aufsteigende Luftstrom erheben selbst feste, aber in feinen Staub zerfallene Substanzen zu beträchtlicher

Höhe. Der die Luft auf einem weiten Areal trübende Staub, der um die capverdischen Inseln niederfällt und auf welchen Darwin mit Recht aufmerksam gemacht hat, enthält nach Ehrenberg's Entdeckung eine Unzahl kieselgepanzerter Infusorien.

Als Hauptzüge eines allgemeinen Naturgemäldes der Atmosphäre erkennen wir: 1) in den Veränderungen des Luftdruckes, die regelmäßigen, zwischen den Tropen so leicht bemerkbaren stündlichen Schwankungen, eine Art Ebbe und Fluth der Atmosphäre, welche nicht der Massenanziehung[51] des Mondes zugeschrieben werden darf und nach der geographischen Breite, den Jahreszeiten und der Höhe des Beobachtungsortes über dem Meeresspiegel sehr verschieden ist; 2) in der klimatischen Wärmevertheilung, die Wirkung der relativen Stellung der durchsichtigen und undurchsichtigen Massen (der flüssigen und festen Oberflächenräume), wie der hypsometrischen Configuration der Continente, Verhältnisse, welche die geographische Lage und Krümmung der Isothermenlinien (Curven gleicher mittlerer jährlicher Temperatur) in horizontaler oder verticaler Richtung, in der Ebene oder in den über einander gelagerten Luftschichten bestimmen; 3) in der Vertheilung der Luftfeuchtigkeit, die Betrachtung der quantitativen Verhältnisse nach Verschiedenheit der festen und der oceanischen Oberfläche, der Entfernung vom Aequator und von dem Niveau des Meeres, die Formen des niedergeschlagenen Wasserdampfes und den Zusammenhang dieser Niederschläge mit den Veränderungen der Temperatur und der Richtung wie der Folge der Winde; 4) in den Verhältnissen der Luftelectricität, deren erste Quelle bei heiterem Himmel

noch sehr bestritten wird, das Verhältniß der aufsteigenden Dämpfe zur electrischen Ladung und Gestalt der Wolken nach Maaßgabe der Tages- und Jahreszeit, der kalten und warmen Erdzonen, der Tief- und Hochebenen; die Frequenz und Seltenheit der Gewitter; ihre Periodicität und Ausbildung im Sommer und Winter; den Causalzusammenhang der Electricität mit dem so überaus seltenen nächtlichen Hagel, wie mit den von Peltier so scharfsinnig untersuchten Wettersäulen (Wasser- und Sandhosen).

Die stündlichen Schwankungen des Barometers, in welchen dasselbe unter den Tropen zweimal (9 Uhr oder 9¼ Uhr Morgens und 10½ oder 10¾ Uhr Abends) am höchsten und zweimal (um 4 oder 4¼ Uhr Nachmittags und um 4 Uhr Morgens, also fast in der heißesten und kältesten Stunde) am niedrigsten steht, sind lange der Gegenstand meiner sorgfältigsten, täglichen und nächtlichen Beobachtungen gewesen.[52] Ihre Regelmäßigkeit ist so groß, daß man, besonders in den Tagesstunden, die Zeit nach der Höhe der Quecksilbersäule bestimmen kann, ohne sich im Durchschnitt um 15 bis 17 Minuten zu irren. In der heißen Zone des Neuen Continents, an den Küsten, wie auf Höhen von mehr als 12000 Fuß über dem Meere, wo die mittlere Temperatur auf 7° herabsinkt, habe ich die Regelmäßigkeit der Ebbe und Fluth des Luftmeers weder durch Sturm, noch durch Gewitter, Regen und Erdbeben gestört gefunden. Die Größe der täglichen Oscillationen nimmt vom Aequator bis zu 70° nördlicher Breite, unter der wir die sehr genauen von Bravais zu Bosekop gemachten Beobachtungen besitzen[53], von 1,32 Lin. bis 0,18 Lin. ab. Daß dem Pole viel näher der mittlere Barometerstand

wirklich um 10 Uhr Morgens geringer sei als um 4 Uhr Nachmittags, so daß die Wendestunden ihren Einfluß mit einander vertauschen, ist aus Parry's Beobachtungen im Hafen Bowen (73° 14') keineswegs zu schließen.

Die mittlere Barometerhöhe ist, wegen des aufsteigenden Luftstroms, unter dem Aequator und überhaupt unter den Wendekreisen etwas geringer[54] als in der gemäßigten Zone; sie scheint ihr Maximum im westlichen Europa in den Parallelen von 40° und 45° zu erreichen. Wenn man mit Kämtz diejenigen Orte, welche denselben mittleren Unterschied zwischen den monatlichen Barometer-Extremen darbieten, durch isobarometrische Linien mit einander verbindet, so entstehen dadurch Curven, deren geographische Lage und Krümmungen wichtige Aufschlüsse über den Einfluß der Ländergestaltung und Meerverbreitung auf die Oscillationen der Atmosphäre gewähren. Hindustan mit seinen hohen Bergketten und triangularen Halbinseln, die Ostküste des Neuen Continents, da wo der warme Golfstrom bei Neufundland sich östlich wendet, zeigen größere isobarometrische Schwankungen als die Antillen und das westliche Europa. Die herrschenden Winde üben den hauptsächlichsten Einfluß auf die Verminderung des Luftdrucks aus; dazu nimmt mit derselben, wie wir schon oben erwähnt, nach Dauffy, die mittlere Höhe des Meeres zu.[55]

Da die wichtigsten sowohl, nach Stunden und Jahreszeiten regelmäßig wiederkehrenden, als die zufälligen, oft gewaltsamen und gefahrbringenden[56] Veränderungen des Luftdrucks, wie alle sogenannten Witterungs-Erscheinungen, ihre Hauptursach in der wärmenden Kraft der Sonnenstrahlen haben; so hat man früh, zum Theil nach

Lambert's Vorſchlag, die Windrichtungen mit den Barometerſtänden, den Abwechſelungen der Temperatur, der Zu- und Abnahme der Feuchtigkeit verglichen. Tafeln des Luftdrucks bei verſchiedenen Winden, mit dem Namen *barometriſcher Windroſen* bezeichnet, gewähren einen tieferen Blick[57] in den Zuſammenhang meteorologiſcher Phänomene. Mit bewundernswürdigem Scharfſinn erkannte Dove in dem *Drehungsgeſetze der Winde* beider Hemiſphären, das er aufſtellte, die Urſach vieler großartigen Veränderungen (Proceſſe) im Luft-Ocean[58]. Die Temperatur-Differenz zwiſchen den dem Aequator und den den Polen nahen Gegenden erzeugt zwei entgegengeſetzte Strömungen in den oberen Regionen der Atmoſphäre und an der Erdoberfläche. Wegen Verſchiedenheit der Rotationsgeſchwindigkeit der dem Pole oder dem Aequator näher liegenden Punkte wird die vom Pole herſtrömende Luft öſtlich, der Aequatorialſtrom aber weſtlich abgelenkt. Von dem Kampfe dieſer beiden Ströme, dem Ort des Herabkommens des höheren, dem abwechſelnden Verdrängen des einen durch den anderen hangen die größten Phänomene des Luftdrucks, der Erwärmung und Erkältung der Luftſchichten, der wäßrigen Niederſchläge, ja, wie Dove genau dargeſtellt hat, die Bildung der Wolken und ihre Geſtaltung ab. Die Wolkenform, eine alles belebende Zierde der Landſchaft, wird Verkündigerin deſſen, was in der oberen Luftregion vorgeht, ja bei ruhiger Luft, am heißen Sommerhimmel auch das „projicirte Bild" des wärmeſtrahlenden Bodens.

Wo dieſer Einfluß der Wärmeſtrahlung durch die relative Stellung großer *continentaler* und *oceaniſcher* Flächen bedingt iſt, wie zwiſchen der Oſtküſte von Afrika

und der Westküste der indischen Halbinsel, mußte diese, sich mit der Declination der Sonne periodisch verändernde Windesrichtung in den indischen Monsunen[59], dem Hippalos der griechischen Seefahrer, am frühesten erkannt und benutzt werden. In einer, gewiß seit Jahrtausenden in Hindustan und China verbreiteten Kenntniß der Monsune, im arabischen östlichen und malayischen westlichen Meere, lag, wie in der noch älteren und allgemeineren Kenntniß der Land- und Seewinde, gleichsam verborgen und eingehüllt der Keim unseres jetzigen, so schnell fortschreitenden meteorologischen Wissens. Die lange Reihe magnetischer Stationen, welche nun von Moskau bis Peking durch das ganze nördliche Asien gegründet sind, können, da sie auch die Erforschung anderer meteorologischer Verhältnisse zum Zwecke haben, für das Gesetz der Winde von großer Wichtigkeit werden. Die Vergleichung von Beobachtungsorten, die so viele hundert Meilen von einander entfernt liegen, wird entscheiden, ob z. B. ein gleicher Ostwind von der wüsten Hochebene Gobi bis in das Innere von Rußland wehe, oder ob die Richtung des Luftstromes erst mitten in der Stationskette, durch Herabsenkung der Luft aus den höheren Regionen, ihren Anfang genommen hat. Man wird dann im eigentlichsten Sinne lernen, woher der Wind komme. Wenn man das gesuchte Resultat nur auf solche Orte stützen will, in denen die Windesrichtungen länger als 20 Jahre beobachtet worden sind, so erkennt man (nach Wilhelm Mahlmann's neuester und sorgfältiger Berechnung), daß in den mittleren Breiten der gemäßigten Zone in beiden Continenten ein westsüdwestlicher Luftstrom der herrschende ist.

Die Einsicht in die Wärmevertheilung im Luftkreise hat einigermaßen an Klarheit gewonnen, seitdem man versucht hat die Punkte, in welchen die mittleren Temperaturen des Jahres, des Sommers und des Winters genau ergründet worden sind, durch Linien mit einander zu verbinden. Das System der Isothermen, Isotheren und Isochimenen, welches ich zuerst im Jahr 1817 aufgestellt, kann vielleicht, wenn es durch vereinte Bemühungen der Physiker allmälig vervollkommnet wird, eine der Hauptgrundlagen der vergleichenden Klimatologie abgeben. Auch die Ergründung des Erdmagnetismus hat eine wissenschaftliche Form erst dadurch erlangt, daß man die zerstreuten partiellen Resultate in Linien gleicher Abweichung, gleicher Neigung und gleicher Kraftintensität mit einander graphisch verband.

Der Ausdruck Klima bezeichnet in seinem allgemeinsten Sinne alle Veränderungen in der Atmosphäre, die unsre Organe merklich afficiren: die Temperatur, die Feuchtigkeit, die Verändrungen des barometrischen Druckes, den ruhigen Luftzustand oder die Wirkungen ungleichnamiger Winde, die Größe der electrischen Spannung, die Reinheit der Atmosphäre oder die Vermengung mit mehr oder minder schädlichen gasförmigen Exhalationen, endlich den Grad habitueller Durchsichtigkeit und Heiterkeit des Himmels; welcher nicht bloß wichtig ist für die vermehrte Wärmestrahlung des Bodens, die organische Entwicklung der Gewächse und die Reifung der Früchte, sondern auch für die Gefühle und ganze Seelenstimmung des Menschen.

Wenn die Oberfläche der Erde aus einer und derselben homogenen flüssigen Masse oder aus Gesteinschichten zusam-

mengesetzt wäre, welche gleiche Farbe, gleiche Dichtigkeit, gleiche Glätte, gleiches Absorptionsvermögen für die Sonnenstrahlen besäßen und auf gleiche Weise durch die Atmosphäre gegen den Weltraum ausstrahlten, so würden die Isothermen, Isotheren und Isochimenen sämmtlich dem Aequator parallel laufen. In diesem hypothetischen Zustande der Erdoberfläche wären dann, in gleichen Breiten, Absorptions- und Emissionsvermögen für Licht und Wärme überall dieselben. Von diesem mittleren, gleichsam primitiven Zustande, welcher weder Strömungen der Wärme im Inneren und in der Hülle des Erdsphäroids, noch die Fortpflanzung der Wärme durch Luftströmungen ausschließt, geht die mathematische Betrachtung der Klimate aus. Alles, was das Absorptions- und Ausstrahlungsvermögen an einzelnen Theilen der Oberfläche, die auf gleichen Parallelkreisen liegen, verändert, bringt Inflexionen in den Isothermen hervor. Die Natur dieser Inflexionen, der Winkel, unter welchem die Isothermen, Isotheren oder Isochimenen die Parallelkreise schneiden, die Lage der converen oder concaven Scheitel in Bezug auf den Pol der gleichnamigen Hemisphäre sind die Wirkung von wärme- oder kälteerregenden Ursachen, die unter verschiedenen geographischen Längen mehr oder minder mächtig auftreten.

Die Fortschritte der Klimatologie sind auf eine merkwürdige Weise dadurch begünstigt worden, daß die europäische Civilisation sich an zwei einander gegenüberstehenden Küsten verbreitet hat, daß sie von unserer westlichen Küste zu einer östlichen jenseits des atlantischen Thales übergegangen ist. Als die Britten, nach den von Island und Grönland ausgegangenen ephemeren Niederlassungen,

die ersten bleibenden Ansiedlungen in dem Littoral der Vereinigten Staaten von Nordamerika gründeten, als religiöse Verfolgungen, Fanatismus und Freiheitsliebe die Colonialbevölkerung vergrößerten; mußten die Ansiedler (von Nord-Carolina und Virginien an bis zum St. Lorenz-Strome) über die Winterkälte erstaunen, die sie erlitten, wenn sie dieselbe mit der von Italien, Frankreich und Schottland unter denselben Breitengraden verglichen. Eine solche klimatische Betrachtung, so anregend sie auch hätte sein sollen, trug aber nur dann erst Früchte, als man sie auf numerische Resultate mittlerer Jahreswärme gründen konnte. Vergleicht man zwischen 58° und 30° nördlicher Breite Nain an der Küste von Labrador mit Gothenburg, Halifax mit Bordeaux, Neu-York mit Neapel, San Augustin in Florida mit Cairo; so findet man unter gleichen Breitengraden die Unterschiede der mittleren Jahrestemperatur zwischen Ost-Amerika und West-Europa, von Norden gegen Süden fortschreitend: 11°,5; 7°,7; 3°,8 und fast 0°. Die allmälige Abnahme der Unterschiede in der gegebenen Reihe von 28 Breitengraden ist auffallend. Noch südlicher, unter den Wendekreisen selbst, sind die Isothermen überall in beiden Welttheilen dem Aequator parallel. Man sieht aus den hier gegebenen Beispielen, daß die in gesellschaftlichen Kreisen so oft wiederholten Fragen: um wie viel Grad Amerika (ohne Ost- und Westküsten zu unterscheiden) kälter als Europa sei, um wie viel die mittleren Jahreswärmen in Canada und den Vereinigten nordamerikanischen Staaten niedriger als unter gleicher Breite in Europa seien, allgemein ausgedrückt, keinen Sinn haben. Der Unterschied ist unter jedem Parallel ein anderer; und ohne specielle

Vergleichung der Winter- und Sommertemperatur an den gegenüberstehenden Küsten kann man sich von den eigentlichen klimatischen Verhältnissen, in so fern sie auf den Ackerbau, auf die Gewerbe und das Gefühl der Behaglichkeit oder Unbehaglichkeit Einfluß haben, keinen deutlichen Begriff machen.

Bei der Aufzählung der Ursachen, welche Störungen in der Gestalt der Isotherme hervorbringen, unterscheide ich die temperatur-erhöhenden und temperatur-vermindernden Ursachen. Zu der ersten Classe gehören: die Nähe einer Westküste in der gemäßigten Zone; die in Halbinseln zerschnittene Gestaltung eines Continents; seine tiefeintretenden Busen und Binnenmeere; die Orientirung, d. h. das Stellungsverhältniß eines Theils der Feste, entweder zu einem eisfreien Meere, das sich über den Polarkreis hinaus erstreckt, oder zu einer Masse continentalen Landes von beträchtlicher Ausdehnung, welches zwischen denselben Meridianen unter dem Aequator oder wenigstens in einem Theile der tropischen Zone liegt; ferner das Vorherrschen von Süd- und Westwinden an der westlichen Grenze eines Continents in der gemäßigten nördlichen Zone; Gebirgsketten, die gegen Winde aus kälteren Gegenden als Schutzmauern dienen; die Seltenheit von Sümpfen, die im Frühjahr und Anfang des Sommers lange mit Eis belegt bleiben, und der Mangel an Wäldern in einem trockenen Sandboden; endlich die stete Heiterkeit des Himmels in den Sommermonaten und die Nähe eines pelagischen Stromes, wenn er Wasser von einer höheren Temperatur, als das umliegende Meer besitzt, herbeiführt.

Zu den die mittlere Jahrestemperatur verändernden kälteerregenden Ursachen zähle ich: die Höhe eines

Orts über dem Meeresspiegel, ohne daß bedeutende Hochebenen auftreten; die Nähe einer Ostküste in hohen und mittleren Breiten; die massenartige (compacte) Gestaltung eines Continents ohne Küstenkrümmung und Busen; die weite Ausdehnung der Feste nach den Polen hin bis zu der Region des ewigen Eises (ohne daß ein im Winter offen bleibendes Meer dazwischen liegt); eine Position geographischer Länge, in welcher der Aequator und die Tropenregion dem Meere zugehören, d. i. den Mangel eines festen sich stark erwärmenden, wärmestrahlenden Tropenlandes zwischen denselben Meridianen als die Gegend, deren Klima ergründet werden soll; Gebirgsketten, deren mauerartige Form und Richtung den Zutritt warmer Winde verhindert, oder die Nähe isolirter Gipfel, welche längs ihren Abhängen herabsinkende kalte Luftströme verursachen; ausgedehnte Wälder, welche die Insolation des Bodens hindern, durch Lebensthätigkeit der appendiculären Organe (Blätter) große Verdunstung wäßriger Flüssigkeit hervorbringen, mittelst der Ausdehnung dieser Organe die durch Ausstrahlung sich abkühlende Oberfläche vergrößern, und also dreifach: durch Schattenkühle, Verdunstung und Strahlung, wirken; häufiges Vorkommen von Sümpfen, welche im Norden bis in die Mitte des Sommers eine Art unterirdischer Gletscher in der Ebene bilden; einen nebligen Sommerhimmel, der die Wirkung der Sonnenstrahlen auf ihrem Wege schwächt; endlich einen sehr heiteren Winterhimmel, durch welchen die Wärmestrahlung begünstigt wird [60].

Die gleichzeitige Thätigkeit der störenden (erwärmenden oder erkältenden) Ursachen bestimmt als Totaleffect (besonders durch Verhältnisse der Ausdehnung und

Configuration zwiſchen den undurchſichtigen continentalen und den flüſſigen oceaniſchen Maſſen) die Inflexionen der auf die Erdoberfläche projicirten Iſothermen. Die Perturbationen erzeugen die convexen und concaven Scheitel der iſothermen Curven. Es giebt aber ſtörende Urſachen verſchiedener Ordnung; jede derſelben muß anfangs einzeln betrachtet werden: ſpäter, um den Totaleffect auf die Bewegung (Richtung, örtliche Krümmung) der Iſothermen-Linie zu ergründen, muß gefunden werden, welche dieſer Wirkungen, mit einander verbunden, ſich modificiren, vernichten oder aufhäufen (verſtärken); wie das bekanntlich bei kleinen Schwingungen geſchieht, die ſich begegnen und durchkreuzen. So iſt der Geiſt der Methode, der es, wie ich mir ſchmeichle, einſt möglich werden wird unermeßliche Reihen ſcheinbar iſolirt ſtehender Thatſachen mit einander durch empiriſche, numeriſch ausgedrückte Geſetze zu verbinden und die Nothwendigkeit ihrer gegenſeitigen Abhängigkeit zu erweiſen.

Da als Gegenwirkung der Paſſate (der Oſtwinde der Tropenzone) in beiden gemäßigten Zonen Weſt- oder Weſtſüdweſtwinde die herrſchenden Luftſtrömungen ſind und da dieſe für eine Oſtküſte Land-, für eine Weſtküſte Seewinde ſind (d. h. über eine Fläche ſtreichen, die wegen ihrer Maſſe und des Herabſinkens der erkalteten Waſſertheilchen keiner großen Erkältung fähig iſt); ſo zeigen ſich, wo nicht oceaniſche Strömungen dem Littorale nahe auf die Temperatur einwirken, die Oſtküſten der Continente kälter als die Weſtküſten. Cook's junger Begleiter auf der zweiten Erdumſeglung, der geiſtreiche Georg Forſter, welchem ich die lebhafteſte Anregung zu weiten Unternehmungen verdanke,

hat zuerſt auf eine recht beſtimmte Weiſe auf die Temperatur-Unterſchiede der Oſt- und Weſtküſten in beiden Continenten, wie auf die Temperatur-Aehnlichkeit der Weſtküſte von Nordamerika in mittleren Breiten mit dem weſtlichen Europa aufmerkſam gemacht.[61]

Selbſt in nördlichen Breiten geben ſehr genaue Beobachtungen einen auffallenden Unterſchied zwiſchen der mittleren Jahrestemperatur der Oſt- und Weſtküſte von Amerika. Dieſe Temperatur iſt zu Nain in Labrador (Br. 57° 10′) volle 3°,8 unter dem Gefrierpunkte, während ſie an der Nordweſtküſte in Neu-Archangelſk im ruſſiſchen Amerika (Br. 57°, 3′) noch 6° 9 über dem Gefrierpunkte iſt. An dem erſten Orte erreicht die mittlere Sommertemperatur kaum 6°, 2, während ſie am zweiten noch 13° 8 iſt. Peking (39° 54′) an der Oſtküſte von Aſien hat eine mittlere Jahrestemperatur (11°, 3), die über 5° geringer iſt als die des etwas nördlicher liegenden Neapels. Die mittlere Temperatur des Winters in Peking iſt wenigſtens 3° unter dem Gefrierpunkt, wenn ſie im weſtlichen Europa, ſelbſt zu Paris (48° 50′), volle 3°, 3 über dem Gefrierpunkt erreicht. Peking hat alſo eine mittlere Winterkälte, die 2° ½ größer iſt als das ſiebzehn Breitengrade nördlichere Kopenhagen.

Wir haben ſchon oben der Langſamkeit gedacht, mit welcher die große Waſſermaſſe des Oceans den Temperaturveränderungen der Atmoſphäre folgt, und wie dadurch das Meer temperaturausgleichend wirkt. Es mäßigt daſſelbe gleichzeitig die Rauheit des Winters und die Hitze des Sommers. Daraus entſteht ein zweiter wichtiger Gegenſatz: der zwiſchen dem Inſel- oder Küſtenklima,

welches alle gegliederte, buſen- und halbinſelreiche Continente genießen, und dem Klima des Inneren großer Maſſen feſten Landes. Dieſer merkwürdige Gegenſatz iſt in ſeinen mannigfaltigen Erſcheinungen, in ſeinem Einfluſſe auf die Kraft der Vegetation und das Gedeihen des Ackerbaues, auf die Durchſichtigkeit des Himmels, die Wärmeſtrahlung der Erdoberfläche und die Höhe der ewigen Schneegrenze zuerſt in Leopolds von Buch Werken vollſtändig entwickelt worden. Im Inneren des aſiatiſchen Continents haben Tobolſk, Barnaul am Obi und Irkutſk Sommer wie in Berlin, Münſter und Cherbourg in der Normandie; aber dieſen Sommern folgen Winter, in welchen der kälteſte Monat die ſchreckhafte Mitteltemperatur von — 18° bis — 20° hat. In den Sommermonaten ſieht man wochenlang das Thermometer auf 30° und 31°. Solche Continental-Klimate ſind daher mit Recht von dem auch in Mathematik und Phyſik ſo erfahrenen Buffon exceſſive genannt worden; und die Einwohner, welche in Ländern der exceſſiven Klimate leben, ſcheinen faſt verdammt, wie Dante[82] im Purgatorio ſingt,

a ſofferir tormenti caldi e geli.

Ich habe in keinem Erdtheile, ſelbſt nicht in den canariſchen Inſeln oder in Spanien oder im ſüdlichen Frankreich, herrlicheres Obſt, beſonders ſchönere Weintrauben, geſehen als in Aſtrachan nahe den Ufern des caſpiſchen Meeres (46° 21′). Bei einer mittleren Temperatur des Jahres von etwa 9° ſteigt die mittlere Sommerwärme auf 21°,2, wie um Bordeaux: während nicht bloß dort, ſondern noch weiter ſüdlich, zu Kislar an der Terek-Mündung (in den

Breiten von Avignon und Rimini), das Thermometer im Winter auf — 25° und — 30° herabſinkt.

Irland, Guernſey und Jerſey, die Halbinſel Bretagne, die Küſten der Normandie und des ſüdlichen Englands liefern durch die Milde ihrer Winter, die niedrige Temperatur und den nebelverſchleierten Himmel ihrer Sommer den auffallendſten Contraſt mit dem Continental-Klima des inneren öſtlichen Europa. In Nordoſt von Irland (54°56′) unter Einer Breite mit Königsberg in Preußen vegetirt die Myrte üppig wie in Portugal. Der Monat Auguſt, welcher in Ungarn 21° erreicht, hat in Dublin (auf derſelben Iſotherme von 9°½) kaum 16°; die mittlere Winterwärme, die in Ofen zu — 2°,4 herabſinkt, iſt in Dublin (bei der geringen Jahreswärme von 9°,5) noch 4°,3 über dem Gefrierpunkt: d. i. noch 2° höher als in Mailand, Pavia, Padua und der ganzen Lombardei, wo die mittlere Jahreswärme volle 12°,7 erreicht. Auf den Orkney's-Inſeln (Stromneß), keinen halben Grad ſüdlicher als Stockholm, iſt der Winter 4°, alſo wärmer als in Paris, faſt ſo warm als in London. Selbſt auf den Faröer-Inſeln in 62° Breite gefrieren unter dem begünſtigenden Einfluſſe der Weſtwinde und des Meeres die Binnenwaſſer nie. An der lieblichen Küſte von Devonſhire, wo der Hafen Salcombe wegen ſeines milden Klima's das Montpellier des Nordens genannt worden iſt, hat man Agave mexicana im Freien blühen, Orangen, die an Spalieren gezogen und kaum mit Matten geſchützt wurden, Früchte tragen ſehen. Dort, wie zu Penzance und Gosport und an der Küſte der Normandie zu Cherbourg ſteigt die mittlere Wintertemperatur über 5°,5; d. i. nur 1°,3 weniger

hoch als die Winter von Montpellier und Florenz.[63] Die hier angedeuteten Verhältniſſe zeigen, wie wichtig für die Vegetation, den Ackerbau, die Obſtcultur, und das Gefühl klimatiſcher Behaglichkeit die ſo verſchiedene Vertheilung einer und derſelben mittleren Jahrestemperatur unter die verſchiedenen Jahreszeiten iſt.

Die Linien, welche ich Iſochimenen und Iſotheren (Linien gleicher Winter- und Sommerwärme) nenne, ſind keineswegs den Iſothermen (Linien gleicher Jahrestemperatur) parallel. Wenn da, wo Myrten wild wachſen und die Erde ſich im Winter nie bleibend in Schnee einhüllt, die Temperatur des Sommers und Herbſtes nur noch (man möchte faſt ſagen: kaum noch) hinlänglich iſt Aepfel zur vollen Reife zu bringen, wenn die Weinrebe, um trinkbaren Wein zu geben, die Inſeln und faſt alle Küſten (ſelbſt die weſtlichen) flieht; ſo liegt der Grund davon keineswegs allein in der geringeren Sommerwärme des Littorals, die unſere im Schatten der Luft ausgeſetzten Thermometer anzeigen; er liegt in dem bisher ſo wenig beachteten und doch in anderen Erſcheinungen (der Entzündung eines Gemiſches von Chlor und Waſſerſtoffgas) ſo wirkſamen Unterſchiede des directen und zerſtreuten Lichtes, bei heiterem oder durch Nebel verſchleiertem Himmel. Ich habe ſeit langer Zeit[64] die Aufmerkſamkeit der Phyſiker und Pflanzenphyſiologen auf dieſe Unterſchiede, auf die ungemeſſene örtlich in der belebten Pflanzenzelle durch directes Licht entwickelte Wärme zu leiten geſucht.

Wenn man in der thermiſchen Scale der Culturarten[65] von denen anhebt, die das heißeſte Klima erfordern, alſo von der Vanille, dem Cacao, dem Piſang

und der Cocospalme zu Ananas, Zuckerrohr, Caffe, fruchttragenden Dattelbäumen, Baumwolle, Citronen, Oelbaum, ächten Kastanien, trinkbarem Weine herabsteigt; so lehrt die genaue geographische Betrachtung der Culturgrenzen gleichzeitig in der Ebene und an dem Abhange der Berge, daß hier andere klimatische Verhältnisse als die mittlere Temperatur des Jahres wirken. Um nur des einzigen Beispiels des Weinbaues zu erwähnen, so erinnere ich, daß, um trinkbaren[66] Wein hervorzubringen, nicht bloß die Jahreswärme $9^0\frac{1}{2}$ übersteigen, sondern auch einer Wintermilde von mehr als $+ 0^0,5$ eine mittlere Sommertemperatur von wenigstens 18^0 folgen muß. Bei Bordeaux am Flußthal der Garonne (Br. $44^0\ 50'$) sind die Temperaturen des Jahres, des Winters, des Sommers und des Herbstes $13^0,8$; $6^0,2$; $21^0,7$ und $14^0,4$. In den baltischen Ebenen (Br. $52^0\frac{1}{2}$), wo ungenießbare Weine erzeugt, und doch getrunken werden, sind diese Zahlen $8^0,6$; $— 0^0,7$; $17^0,6$ und $8^0,6$. Wenn es befremdend scheinen kann, daß die großen Verschiedenheiten, welche die vom Klima begünstigte oder erschwerte Weincultur zeigt, sich nicht noch deutlicher in unseren Thermometerangaben offenbaren; so wird diese Befremdung durch die Betrachtung vermindert, daß ein im Schatten beobachtetes gegen die Wirkungen der directen Insolation und nächtlichen Strahlung fast geschütztes Thermometer nicht in allen Theilen des Jahres bei periodischen Wärmeveränderungen die wahre oberflächliche Temperatur des die ganze Insolation empfangenden Bodens anzeigt.

Wie das milde, jahrzeitengleichere Küstenklima der Halbinsel Bretagne sich zum winterkälteren und sommerheißeren Klima der übrigen compacten Ländermasse von

Frankreich verhält, so verhält sich gewissermaßen Europa zum großen Festlande von Asien, dessen westliche Halbinsel es bildet. Europa verdankt sein sanfteres Klima: der Existenz und Lage von Afrika, das in weiter Ausdehnung, den aufsteigenden Luftstrom begünstigend, einen festen wärmestrahlenden Boden der Tropenregion darbietet, während südlich von Asien die Aequatorialgegend meist ganz oceanisch ist; seiner Gliederung und Meeresnähe an der westlichen Küste der alten Feste, dem eisfreien Meere, da, wo es sich gegen Norden ausdehnt. Europa würde demnach kälter werden[67], wenn Afrika, vom Meere überfluthet, unterginge; wenn die mythische Atlantis aufstiege und Europa mit Nordamerika verbände; wenn der wärmende Golfstrom nicht in die nördlichen Meere sich ergösse, oder wenn ein anderes festes Land sich, vulkanisch gehoben, zwischen die scandinavische Halbinsel und Spitzbergen einschöbe. Sieht man in Europa die mittleren Jahrestemperaturen sinken, indem man unter denselben Parallelkreisen von der atlantischen Küste, von Frankreich aus durch Deutschland, Polen und Rußland gegen die Uralkette, also von Westen nach Osten fortschreitet; so ist die Hauptursach dieses Erkältungsphänomens in der nach und nach minder gegliederten, compacteren, an Breite zunehmenden Form des Continents, in der Entfernung des kälteminderndn Meeres, wie in dem schwächeren Einflusse der Westwinde zu suchen. Jenseits des Urals werden diese Westwinde schon erkältende Landwinde, wenn sie über weite mit Eis und Schnee bedeckte Länderstrecken fortwehen. Die Kälte des westlichen Sibiriens wird durch solche Verhältnisse der Ländergestaltung und Luftströmung, keineswegs[68] aber, wie schon Hippokrates und

Trogus Pompejus annahmen und noch berühmte Reisende des 18ten Jahrhunderts fabelten, durch große Höhe des Bodens über dem Meeresspiegel, erzeugt.

Wenn wir von der Temperaturverschiedenheit in der Ebene zu den Unebenheiten der polyedrischen Gestalt der Oberfläche unsres Planeten übergehen; so betrachten wir die Gebirge entweder nach ihrem Einfluß auf das Klima der benachbarten Tiefländer, oder nach den Einwirkungen, die sie, in Folge der hypsometrischen Verhältnisse, auf ihre eigenen, oft in Hochebenen erweiterten Gipfel ausüben. Die Gruppirung der Berge in Bergketten theilt die Erdoberfläche in verschiedene Becken, in oft eng umwallte Randthäler, circusartige Kessel, die (wie in Griechenland und in einem Theile von Kleinasien) das Klima örtlich in Hinsicht auf Wärme, Feuchtigkeit und Durchsichtigkeit der Luft, auf Häufigkeit der Winde und der Gewitter individualisiren. Diese Umstände haben von je her einen mächtigen Einfluß ausgeübt auf die Natur der Erzeugnisse und die Wahl der Culturen, auf Sitten, Verfassungsformen und Abneigung benachbarter Volksstämme gegen einander. Der Charakter der geographischen Individualität erreicht so zu sagen da sein Maximum, wo die Verschiedenheiten der Bodengestaltung in verticaler und horizontaler Richtung, im Relief und in der Gliederung der Continente die möglich größten sind. Mit solchen Bodenverhältnissen contrastiren die Steppen des nördlichen Asiens, die Grasebenen (Savanen, Llanos und Pampas) des Neuen Continents, die Heideländer (Ericeta) Europa's, die Sand- und Steinwüsten von Afrika.

Das Gesetz der mit der Höhe abnehmenden Wärme

unter verſchiedenen Breiten iſt einer der wichtigſten Gegenſtände für die Kenntniß meteorologiſcher Proceſſe, für die Geographie der Pflanzen, die Theorie der irdiſchen Strahlenbrechung und die verſchiedenen Hypotheſen, welche ſich auf die Beſtimmung der Höhe der Atmoſphäre beziehen. Bei den vielen Bergreiſen, die ich in und außerhalb der Tropen habe unternehmen können, iſt die Ergründung dieſes Geſetzes ein vorzüglicher Gegenſtand meiner Unterſuchungen geweſen. [69]

Seitdem man die wahren Verhältniſſe der Wärmevertheilung auf der Oberfläche der Erde, d. i. die Inflexionen der Iſothermen und Iſotheren und den ungleichen Abſtand derſelben von einander, in den verſchiedenen öſtlichen und weſtlichen Temperatur-Syſtemen von Aſien, Mitteleuropa und Nordamerika, etwas genauer kennt; darf man nicht mehr im allgemeinen die Frage aufwerfen, welcher Bruchtheil der mittleren Jahres- oder Sommerwärme einer Veränderung der geographiſchen Breite von 1° entſpricht, wenn man auf demſelben Meridian fortſchreitet. In jedem Syſteme gleicher Krümmung der Iſothermen herrſcht ein inniger und nothwendiger Zuſammenhang zwiſchen drei Elementen: der Wärmeabnahme in ſenkrechter Richtung von unten nach oben; der Temperaturverſchiedenheit bei einer Aenderung von 1° in der geographiſchen Breite; der Gleichheit der mittleren Temperatur einer Bergſtation und der Polardiſtanz eines im Meeresſpiegel gelegenen Punktes.

In dem oſtamerikaniſchen Syſteme verändert ſich die mittlere Jahrestemperatur von der Küſte von Labrador bis Boſton jeden Breitengrad um 0°,88, von Boſton bis Charleston um 8°,95; von Charleston bis zum Wende-

kreiſe des Krebſes in Cuba hin wird die Veränderung aber langſamer: ſie iſt dort nur 0°,66. In der Tropenzone ſelbſt nimmt die Langſamkeit dergeſtalt zu, daß von der Havana bis Cumana die einem Breitengrade zukommende Variation nur noch 0°,20 beträgt.

Ganz anders iſt es in dem Syſtem der Iſothermen von Mitteleuropa. Zwiſchen den Parallelen von 38° und 71° finde ich die Temperaturabnahme ſehr übereinſtimmend ½ Grad für einen Breitengrad. Da nun in demſelben Mitteleuropa die Abnahme der Wärme 1° in 80 bis 87 Toiſen (480 bis 522 Fuß) ſenkrechter Höhe beträgt, ſo ergiebt ſich hieraus, daß 40—44 Toiſen (250—264 Fuß) der Erhebung über dem Meeresſpiegel dort einem Breitengrad entſprechen. Die mittlere Jahrestemperatur des Bernhard-Kloſters, das 1278 Toiſen (7668 Fuß) hoch, in 45° 50′ Breite liegt, würde ſich alſo in der Ebene bei einer Breite von 75° 50′ wiederfinden.

In dem Theil der Andeskette, welcher in die Tropenzone fällt, haben meine bis zu 18000 Fuß Höhe angeſtellten Beobachtungen die Wärmeabnahme von 1° auf 96 Toiſen (576 Fuß) gegeben; mein Freund Bouſſingault hat 30 Jahre ſpäter als Mittelreſultat 90 Toiſen (540 Fuß) gefunden. Durch Vergleichung der Orte, welche in den Cordilleren in gleicher Höhe über dem Meere am Abhange ſelbſt oder in weit ausgedehnten Hochebenen liegen, habe ich in den letzteren eine Zunahme der Jahrestemperatur von 1°½ bis 2°,3 beobachtet. Ohne die nächtliche erkältende Wärmeſtrahlung würde der Unterſchied noch größer ſein. Da die Klimate ſchichtenweiſe über einander gelagert ſind, von den Cacaowäldern des Tieflandes bis zum ewigen Schnee, und

da die Wärme in der Tropenzone während des ganzen Jahres sich nur sehr wenig ändert, so kann man sich eine ziemlich genaue Vorstellung von den Temperaturverhältnissen machen, welchen die Bewohner der großen Städte in der Andeskette ausgesetzt sind, wenn man diese Verhältnisse mit der Temperatur gewisser Monate in den Ebenen von Frankreich und Italien vergleicht. Während daß an den Waldufern des Orinoco täglich eine Wärme herrscht, welche um 4° die des Monats August zu Palermo übertrifft; findet man, indem man die Andeskette ersteigt, zu Popayan (911') die drei Sommermonate von Marseille, zu Quito (1492') das Ende des Monats Mai zu Paris, und auf den mit krüppligem Alpengesträuch bewachsenen, aber noch blüthenreichen Paramos (1800') den Anfang des Monats April zu Paris.

Der scharfsinnige Peter Martyr de Anghiera, einer der Freunde von Christoph Columbus, ist wohl der Erste gewesen, welcher (nach der im October 1510 unternommenen Expedition von Rodrigo Enrique Colmenares) erkannt hat, daß die Schneegrenze immer höher steigt, je mehr man sich dem Aequator nähert. Ich lese in dem schönen Werke De rebus Oceanicis [70]: „der Fluß Gaira kommt von einem Berge (in der Sierra Nevada de Santa Marta) herab, welcher nach Aussage der Reisegefährten des Colmenares höher ist als alle bisher entdeckten Berge. Er muß es ohne Zweifel sein, wenn er in einer Zone, die von der Aequinoctiallinie höchstens 10° absteht, den Schnee dauernd behält." Die untere Grenze des ewigen Schnees in einer gegebenen Breite ist die Sommergrenze der Schneelinie, d. i. das Maximum der Höhe, bis zu

welcher ſich die Schneelinie im Laufe des ganzen Jahres zurückzieht. Man muß von dieſer Höhe drei andere Phänomene unterſcheiden: die jährliche Schwankung der Schneegrenze; das Phänomen des ſporadiſchen Schneefalles; und das der Gletſcher, welche der gemäßigten und kalten Zone eigenthümlich ſcheinen, und über welche, nach Sauſſure's unſterblichem Werke über die Alpen, in dieſen letzten Jahren Venetz, Charpentier und mit ruhmwürdiger, gefahrentrotzender Ausdauer Agaſſiz neues Licht verbreitet haben.

Wir kennen nur die untere, nicht die obere Grenze des ewigen Schnees; denn die Berge der Erde ſteigen nicht hinauf bis zu der ätheriſch-olympiſchen Höhe, zu den dünnen, trockenen Luftſchichten, von welchen man mit Bouguer vermuthen kann, daß ſie nicht mehr Dunſtbläschen, in Eiskryſtalle verwandelt, dem Auge ſichtbar darbieten würden. Die untere Schneegrenze iſt aber nicht bloß eine Function der geographiſchen Breite oder der mittleren Jahrestemperatur; der Aequator, ja ſelbſt die Tropenregion, iſt nicht, wie man lange gelehrt hat, der Ort, an welchem die Schneegrenze ihre größte Erhebung über dem Niveau des Oceans erreicht. Das Phänomen, das wir hier berühren, iſt ein ſehr zuſammengeſetztes, im allgemeinen von Verhältniſſen der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Berggeſtaltung abhängig. Unterwirft man dieſe Verhältniſſe einer noch ſpecielleren Analyſe, wie eine große Menge neuerer Meſſungen [71] es erlauben, ſo erkennt man als gleichzeitig beſtimmende Urſachen: die Temperaturdifferenz der verſchiedenen Jahreszeiten; die Richtung der herrſchenden Winde und ihre Berührung mit Meer und Land; den Grad der Trockenheit oder Feuchtigkeit der oberen Luftſchichten; die abſolute Größe

(Dicke) der gefallenen und aufgehäuften Schneemaſſen; das Verhältniß der Schneegrenze zur Geſammthöhe des Berges; die relative Stellung des letzteren in der Bergkette; die Schroffheit der Abhänge; die Nähe anderer, ebenfalls perpetuirlich mit Schnee bedeckter Gipfel; die Ausdehnung, Lage und Höhe der Ebene, aus welcher der Schneeberg iſolirt oder als Theil einer Gruppe (Kette) aufſteigt, und die eine Seeküſte oder der innere Theil eines Continents, bewaldet oder eine Grasflur, ſandig und dürre und mit nackten Felsplatten bedeckt, oder ein feuchter Moorboden ſein kann.

Während daß die Schneegrenze in Südamerika unter dem Aequator eine Höhe erreicht, welche der des Gipfels des Montblanc in der Alpenkette gleich iſt, und ſie im Hochlande von Merico gegen den nördlichen Wendekreis hin, in 19° Breite, nach neueren Meſſungen, ſich ohngefähr um 960 Fuß ſenkt; ſteigt ſie nach Pentland in der ſüdlichen Tropenzone (Br. 14° ½—18°), nicht in der öſtlichen, ſondern in der meernahen weſtlichen Andeskette von Chili, mehr als 2500 Fuß höher als unter dem Aequator unſern Quito, am Chimborazo, am Cotopari und am Antiſana. Der Dr. Gillies behauptet ſogar noch weit ſüdlicher, am Abhange des Vulkans von Peuquenes (Br. 33°), die Schneehöhe bis zwiſchen 2270 und 2350 Toiſen Höhe gefunden zu haben. Die Verdunſtung des Schnees bei der Strahlung in einer im Sommer überaus trockenen Luft gegen einen wolkenfreien Himmel iſt ſo mächtig, daß der Vulkan von Aconcagua nordöſtlich von Valparaiſo (Br. 32° ½), welchen die Expedition des Beagle noch um mehr als 1400 Fuß höher als den Chimborazo fand, einſt ohne Schnee geſehen wurde.[72]

In der faſt gleichen nördlichen Breite (30¾ bis 31°), am Himalaya liegt die Schneegrenze am ſüdlichen Abhange ohngefähr in der Höhe (2030 Toiſen oder 12180 Fuß), in welcher man ſie nach mehrfachen Combinationen und Vergleichungen mit andern Bergketten vermuthen konnte; am nördlichen Abhange aber, unter der Einwirkung des Hochlandes von Tübet, deſſen mittlere Erhebung an 1800 Toiſen (10800 Fuß) zu ſein ſcheint, liegt die Schneegrenze 2600 Toiſen (15600 Fuß) hoch. Dieſe, in Europa und Indien oft beſtrittene Erſcheinung, über deren Urſachen ich ſeit dem Jahre 1820 meine Anſichten in mehreren Schriften entwickelt habe[73], gewährt mehr als ein bloß phyſikaliſches Intereſſe; ſie hat einen wichtigen Einfluß auf das Leben zahlreicher Volksſtämme ausgeübt. Meteorologiſche Proceſſe des Luftkreiſes geſtatten und entziehen dem Ackerbau oder dem Hirtenleben weite Erdſtriche eines Continents.

Da mit der Temperatur die Dampfmenge des Luftkreiſes zunimmt, ſo iſt dieſes, für die ganze organiſche Schöpfung ſo wichtige Element nach Stunden des Tages, nach den Jahreszeiten, Breitengraden und Höhen verſchieden. Das neuerlichſt ſo allgemein verbreitete Verfahren, durch Anwendung von Auguſt's Pſychrometer, nach Dalton's und Daniell's Ideen, vermittelſt des Unterſchiedes des Thaupunkts und der Luftwärme die relative Dampfmenge oder den Feuchtigkeitszuſtand der Atmoſphäre zu beſtimmen, hat unſere Kenntniß der hygrometriſchen Verhältniſſe der Erdoberfläche anſehnlich vermehrt. Temperatur, Luftdruck und Windrichtung ſtehen im innigſten Zuſammenhange mit der belebenden Feuchtigkeit der Luftſchichten. Dieſe Belebung iſt aber nicht ſowohl Folge der unter

verſchiedenen Zonen aufgelöſten Dampfmenge, ſondern der Art und Frequenz der Niederſchläge als Thau, Nebel, Regen und Schnee, welche den Boden benetzen. Nach der Ermittelung des Drehungsgeſetzes von Dove und den Anſichten dieſes ausgezeichneten Phyſikers[74] iſt in unſerer nördlichen Zone „die Elaſticität des Dampfes am größten bei Südweſtwind, am kleinſten bei Nordoſtwind. Auf der Weſtſeite der Windroſe vermindert ſie ſich, und ſteigt hingegen auf der Oſtſeite. Auf der Weſtſeite nämlich verdrängt der kalte, ſchwere, trockne Luftſtrom den warmen, leichten, viel Waſſerdampf enthaltenden: während auf der Oſtſeite dieſer durch jenen verdrängt wird. Der Südweſtſtrom iſt der durchgedrungene Aequatorialſtrom, der Nordoſtſtrom der allein herrſchende Polarſtrom."

Das anmuthig friſche Grün vieler Bäume, welches man in ſolchen Gegenden der Tropenländer bemerkt, wo fünf bis ſieben Monate lang kein Gewölk am Himmelsgewölbe aufſteigt, wo bemerkbar kein Thau und Regen fallen, beweiſt, daß die appendiculären Theile (die Blätter) durch einen eigenen Lebensproceß, welcher vielleicht nicht bloß der einer kälteerregenden Ausſtrahlung iſt, die Fähigkeit haben Waſſer der Luft zu entziehen. Mit den regenloſen, dürren Ebenen von Cumana, Coro und Ceara (Nordbraſilien) contraſtirt die Regenmenge, welche in anderen Tropengegenden fällt: z. B. in der Havana nach einem Durchſchnitt von ſechsjährigen Beobachtungen von Ramon de la Sagra im Mitteljahre 102 Pariſer Zoll, vier- bis fünfmal ſo viel als in Paris und Genf[75]. An dem Abhange der Andeskette nimmt mit der Höhe, wie die Temperatur, ſo auch die Regenmenge[76] ab. Sie iſt von meinem

südamerikanischen Reisegefährten Caldas in Santa Fe de Bogota auf einer Höhe von fast 8200 Fuß nicht über 37 Zoll, also wenig größer wie an einigen westlichen Küsten von Europa, gefunden worden. Bousſingault sah bisweilen in Quito bei einer Temperatur von 12^0—13^0 das Sauſſure'sche Hygrometer auf 26^0 zurückgehn. In 6600 Fuß hohen Luftschichten (bei einer Temperatur von 4^0) sah Gay-Luſſac in seiner großen aerostatischen Ascenſion an demselben Feuchtigkeitsmesser auch $25^0,3$. Die größte Trockenheit, die man bisher auf der Erde in den Tiefländern beobachtet hat, ist wohl die, welche wir, Gustav Rose, Ehrenberg und ich, im nördlichen Asien fanden, zwischen den Flußthälern des Irtysch und Obi. In der Steppe Platowskaja, nachdem die Südwestwinde lange aus dem Inneren des Continents geweht hatten, bei einer Temperatur von $23^0,7$, fanden wir den Thaupunkt $4^0,3$ unter dem Gefrierpunkt. Die Luft enthielt nur noch $^{16}/_{100}$ Wasserdampf.[77] Gegen die größere Trockenheit der Bergluft, welche aus Sauſſure's und meinen Hygrometermeſſungen in der hohen Region der Alpen und der Cordilleren zu folgen scheint, haben in diesen letzten Jahren genaue Beobachter, Kämtz, Bravais und Martins, Zweifel erregt. Man verglich die Luftschichten in Zürich und auf dem, freilich nur in Europa hoch zu nennenden Faulhorn.[78] Die Näſſe, durch welche in der Tropenregion der Paramos (nahe der Gegend, wo Schnee zu fallen beginnt, zwischen 11000 und 12000 Fuß Höhe) einige Arten von großblüthigen, myrtenblättrigen Alpensträuchen fast perpetuirlich getränkt werden, zeugt nicht eigentlich für das Daſein einer großen absoluten Menge des Wasserdunſtes in jener Höhe; diese Näſſe beweiſt nur,

wie der häufige Nebel in dem schönen Plateau von Bogota, die Frequenz der Niederschläge. Nebelschichten in solchen Höhen entstehen und verschwinden bei ruhiger Luft mehrmals in einer Stunde. Solcher schnelle Wechsel charakterisirt die Hochebenen und Paramos der Andeskette.

Die Electricität des Luftkreises, man mag sie in den unteren Regionen oder in der hohen Wolkenhülle betrachten, problematisch in ihrem stillen periodischen täglichen Gange wie in den Explosionen des leuchtenden und krachenden Ungewitters, steht in vielfachem Verkehr mit allen Erscheinungen der Wärmevertheilung, des Drucks der Atmosphäre und ihrer Störungen, der Hydrometeore, wahrscheinlich auch des Magnetismus der äußersten Erdrinde. Sie wirkt mächtig ein auf die ganze Thier- und Pflanzenwelt: nicht etwa bloß durch meteorologische Processe, durch Niederschläge von Wasserdämpfen, Säuren oder ammoniacalischen Verbindungen, die sie veranlaßt, sondern auch unmittelbar als electrische (nervenreizende oder Saftumlauf befördernde) Kraft. Es ist hier nicht der Ort den Streit über die eigentliche Quelle der Luftelectricität bei heiterem Himmel zu erneuern, welche bald der Verdampfung unreiner (mit Erden und Salzen geschwängerter) Flüssigkeiten[79], bald dem Wachsthum der Pflanzen[80] oder andern chemischen Zersetzungen auf der Oberfläche der Erde, bald der ungleichen Wärmevertheilung in den Luftschichten[81], bald endlich, nach Peltier's scharfsinnigen Untersuchungen[82], der Einwirkung einer stets negativen Ladung des Erdballs zugeschrieben worden ist. Auf die Resultate beschränkt, welche electrometrische Beobachtungen, besonders die zuerst von Colladon vorgeschlagene sinnreiche Anordnung eines electro-

magnetiſchen Apparats, gegeben haben, ſoll die phyſiſche Weltbeſchreibung die mit der Höhe und der baumfreien Umgebung der Station unbeſtreitbar zunehmende Stärke der allgemeinen poſitiven Luftelectricität[83], ihre tägliche Ebbe und Fluth (nach Clarke's Dubliner Verſuchen in verwickelteren Perioden, als Sauſſure und ich ſie gefunden), die Unterſchiede der Jahreszeiten, des Abſtandes vom Aequator, der continentalen und oceaniſchen Oberflächen angeben.

Wenn im ganzen da, wo das Luftmeer einen flüſſigen Boden hat, das electriſche Gleichgewicht ſeltener geſtört iſt als in der Landluft, ſo iſt es um ſo auffallender, zu ſehen, wie in weiten Meeren kleine Inſelgruppen auf den Zuſtand der Atmoſphäre einwirken und die Bildung der Gewitter veranlaſſen. Im Nebel und bei anfangendem Schneefall habe ich in langen Reihen von Verſuchen die vorher permanente Glaselectricität ſchnell in reſinöſe übergehen und mehrfach abwechſeln ſehn, ſowohl in den Ebenen der kalten Zone als unter den Tropen in den Paramos der Cordilleren, zwiſchen 10000 und 14000 Fuß Höhe. Der wechſelnde Uebergang war dem ganz gleich, den die Electrometer kurz vor und während des Gewitters angeben.[84] Haben die Dunſtbläschen ſich zu Wolken mit beſtimmten Umriſſen condenſirt, ſo vermehrt ſich nach Maaßgabe der Verdichtung die electriſche Spannung der äußeren Hülle oder Oberfläche[85], auf welche die Electricität der einzelnen Dunſtbläschen überſtrömt. Die ſchiefergrauen Wolken haben, nach Peltier's zu Paris angeſtellten Verſuchen, Harz-, die weißen, roſen- und orangefarbenen Wolken Glaselectricität. Gewitterwolken umhüllen nicht bloß die höchſten Gipfel der Andeskette (ich ſelbſt habe die verglaſenden Wirkungen des

Blitzes auf einem der Felsthürme gefunden, welche in einer Höhe von faſt 14300 Fuß den Krater des Vulkans von Toluca überragen); auch über dem Tieflande, in der gemäßigten Zone, ſind Gewitterwolken in einer verticalen Höhe von 25000 Fuß gemeſſen worden[86]. Bisweilen ſenkt ſich aber die donnernde Wolkenſchicht bis zu fünf-, ja zu dreitauſend Fuß Abſtand über der Ebene herab.

Nach Arago's Unterſuchungen, den umfaſſendſten, welche wir bisher über dieſen ſchwierigen Theil der Meteorologie beſitzen, ſind die Lichtentbindungen (Blitze) dreierlei Art: zickzackförmige, ſcharf an den Rändern begrenzte; Blitze, die das ganze, ſich gleichſam öffnende Gewölk erleuchten; Blitze in Form von Feuerkugeln.[87] Wenn die erſteren beiden Arten kaum $^1/_{1000}$ der Secunde dauern, ſo bewegen ſich dagegen die globulären Blitze weit langſamer; ihre Erſcheinung hat eine Dauer von mehreren Secunden. Bisweilen (und neue Beobachtungen beſtätigen das ſchon von Nicholſon und Beccaria beſchriebene Phänomen) werden ganz ohne vernehmbaren Donner, ohne Anzeige von Gewitter iſolirte Wolken, welche hoch über dem Horizont ſtehn, ohne Unterbrechung auf lange Zeit leuchtend im Innern und an den Rändern, auch hat man fallende Hagelkörner, Regentropfen und Schneeflocken ohne vorhergegangenen Donner leuchten geſehn. In der geographiſchen Vertheilung der Gewitter bietet das peruaniſche Küſtenland, in dem es nie blitzt und donnert, den auffallendſten Contraſt mit der ganzen übrigen Tropenzone dar, in welcher ſich zu gewiſſen Jahreszeiten faſt täglich, 4 bis 5 Stunden nach der Culmination der Sonne, Gewitter bilden. Nach den vielen von Arago geſammelten

Zeugnissen der Seefahrer (Scoresby, Parry, Roß, Franklin) ist nicht zu bezweifeln, daß im allgemeinen im hohen Norden zwischen 70° und 75° Breite electrische Explosionen überaus selten[88] sind.

Der meteorologische Theil des Naturgemäldes, welchen wir hier beschließen, zeigt, daß alle Processe der Lichtabsorption, der Wärmeentbindung, der Elasticitätsveränderung, des hygrometrischen Zustandes und der electrischen Spannung, welche das unermeßliche Luftmeer darbietet, so innig mit einander zusammenhangen, daß jeder einzelne meteorologische Proceß durch alle anderen gleichzeitigen modificirt wird. Diese Mannigfaltigkeit der Störungen, die unwillkürlich an diejenigen erinnern, welche in den Himmelsräumen die nahen und besonders die kleinsten Weltkörper (Trabanten, Cometen, Sternschnuppen) in ihrem Laufe erleiden, erschwert die Deutung der verwickelten meteorologischen Erscheinungen; sie beschränkt und macht größtentheils unmöglich die Vorherbestimmung atmosphärischer Veränderungen, welche für den Garten- und Landbau, für die Schifffahrt, für den Genuß und die Freuden des Lebens so wichtig wäre. Diejenigen, welche den Werth der Meteorologie nicht in die Kenntniß der Phänomene selbst, sondern in jene problematische Vorherbestimmung setzen, sind von der festen Ueberzeugung durchdrungen, daß der Theil der Naturwissenschaft, um den so viele Reisen in ferne Berggegenden unternommen worden sind, die Meteorologie, sich seit Jahrhunderten keiner Fortschritte zu rühmen habe. Das Vertrauen, das sie den Physikern entziehen, schenken sie dem Mondwechsel und gewissen lange berufenen Calendertagen.

„Große Abweichungen von der mittleren Temperaturvertheilung treten selten local auf, sie sind meist über große Länderstrecken gleichmäßig vertheilt. Die Größe der Abweichung ist an einer bestimmten Stelle ein Maximum und nimmt dann nach den Grenzen hin ab. Werden diese Grenzen überschritten, so findet man starke Abweichungen im entgegengesetzten Sinne. Gleichartige Witterungsverhältnisse finden sich häufiger von Süden nach Norden als von Westen nach Osten. Am Ende des Jahres 1829 (als ich meine sibirische Reise vollendete) fiel das Maximum der Kälte nach Berlin, während Nordamerika sich einer ungewöhnlichen Wärme erfreute. Es ist eine ganz willkührliche Annahme, daß auf einen strengen Winter ein heißer Sommer, auf einen milden Winter ein kühler Sommer folge." Die so verschiedenartig entgegengesetzten Witterungsverhältnisse neben einander liegender Länder oder zweier kornbauenden Continente bringen eine wohlthätige Ausgleichung in den Preisen vieler Producte des Wein- und Ackerbaues hervor. Man hat mit Recht bemerkt, daß das Barometer allein uns andeute, was in allen [89] Luftschichten über dem Beobachtungsorte bis zur äußersten Grenze der Atmosphäre in der Veränderung des Druckes vorgeht, während das Thermometer und Psychrometer uns nur über die örtliche Wärme und Feuchtigkeit der unteren, dem Boden nahen Schicht unterrichtet. Die gleichzeitigen thermischen und hygrometrischen Modificationen der oberen Luftregionen ergründen wir, wo unmittelbare Beobachtungen auf Bergen oder in aerostatischen Reisen fehlen, nur aus hypothetischen Combinationen, da das Barometer allerdings auch als Thermometer und Feuchtig-

keitsbeſtimmer dienen kann. Wichtige Witterungsveränderungen haben nicht eine örtliche Urſach an dem Beobachtungsorte ſelbſt; ſie ſind Folgen einer Begebenheit, die in weiter Ferne durch Störung des Gleichgewichts in den Luftſtrömungen begonnen hat, meiſt nicht an der Oberfläche der Erde, ſondern in den höchſten Regionen: kalte oder warme, trockene oder feuchte Luft herbeiführend, die Durchſichtigkeit der Luft trübend oder aufheiternd, die gethürmte Haufenwolke in zartgefiederten Cirrus umwandelnd. Weil alſo Unzugänglichkeit der Erſcheinungen ſich zu der Vervielfältigung und Complication der Störungen geſellt, hat es mir immer geſchienen, daß die Meteorologie ihr Heil und ihre Wurzel wohl zuerſt in der heißen Zone ſuchen müſſe: in jener glücklichen Region, wo ſtets dieſelben Lüfte wehen, wo Ebbe und Fluth des atmoſphäriſchen Druckes, wo der Gang der Hydrometeore, wo das Eintreten electriſcher Exploſionen periodiſch wiederkehrend ſind.

Nachdem wir, den ganzen Umfang des anorganiſchen Erdenlebens durchlaufend, den Planeten in ſeiner Geſtaltung, ſeiner inneren Wärme, ſeiner electro-magnetiſchen Ladung, ſeinem Lichtproceſſe an den Polen, ſeiner Vulcanismus genannten Reaction gegen die ſtarre, mannigfach zuſammengeſetzte, äußere Rinde, endlich in den Erſcheinungen ſeiner zwiefachen äußeren Hüllen (des Oceans und des Luftmeers) mit wenigen Zügen geſchildert haben; könnte nach der älteren Behandlung der phyſiſchen Erdbeſchreibung das Naturbild als vollendet betrachtet werden. Wo aber die Weltanſicht zu einem höheren Standpunkte ſich zu erheben ſtrebt, würde jenes Naturbild ſeines anmuthigſten Reizes beraubt erſcheinen,

wenn es uns nicht zugleich die Sphäre des organischen Lebens in den vielen Abstufungen seiner typischen Entwicklung darböte. Der Begriff der Belebtheit ist so an den Begriff von dem Dasein der treibenden, unablässig wirksamen, entmischend schaffenden Naturkräfte geknüpft, welche in dem Erdkörper sich regen, daß in den ältesten Mythen der Völker diesen Kräften die Erzeugung der Pflanzen und Thiere zugeschrieben, ja der Zustand einer unbelebten Oberfläche unsres Planeten in die chaotische Urzeit kämpfender Elemente hinaufgerückt wurde. In das empirische Gebiet objectiver sinnlicher Betrachtung, in die Schilderung des Gewordenen, des dermaligen Zustandes unsres Planeten gehören nicht die geheimnißvollen und ungelösten Probleme des Werdens.

Die Weltbeschreibung, nüchtern an die Realität gefesselt, bleibt nicht aus Schüchternheit, sondern nach der Natur ihres Inhaltes und ihrer Begrenzung, den dunkeln Anfängen einer Geschichte der Organismen[90] fremd, wenn das Wort Geschichte hier in seinem gebräuchlichsten Sinne genommen wird. Aber die Weltbeschreibung darf auch daran mahnen, daß in der anorganischen Erdrinde dieselben Grundstoffe vorhanden sind, welche das Gerüste der Thier- und Pflanzenorgane bilden. Sie lehrt, daß in diesen wie in jener dieselben Kräfte walten, welche Stoffe verbinden und trennen, welche gestalten und flüssig machen in den organischen Geweben: aber Bedingungen unterworfen, die noch unergründet unter der sehr unbestimmten Benennung von Wirkungen der Lebenskräfte nach mehr oder minder glücklich geahndeten Analogien systematisch gruppirt werden. Der naturbeschauenden Stimmung unsers

Gemüthes ist es daher ein Bedürfniß, die physischen Erscheinungen auf der Erde bis zu ihrem äußersten Gipfel, bis zur Formentwickelung der Vegetabilien und der sich selbst bestimmenden Bewegung im thierischen Organismus zu verfolgen. So schließt sich die Geographie des Organisch-Lebendigen (Geographie der Pflanzen und Thiere) an die Schilderung der anorganischen Naturerscheinungen des Erdkörpers an.

Ohne hier die schwierige Frage zu erörtern über das „sich selbst Bewegende", d. h. über den Unterschied des vegetabilischen und thierischen Lebens, müssen wir zuerst nur darauf aufmerksam machen, daß, wenn wir von Natur mit microscopischer Sehkraft begabt, wenn die Integumente der Pflanzen vollkommen durchsichtig wären, das Gewächsreich uns nicht den Anblick von Unbeweglichkeit und Ruhe darbieten würde, in welcher es jetzt unseren Sinnen erscheint. Die inneren Theile des Zellenbaues der Organe sind unaufhörlich durch die verschiedenartigsten Strömungen belebt. Es sind: Rotations-Strömungen, auf- und absteigend, sich verzweigend, ihre Richtungen verändernd, durch die Bewegung körnigen Schleims offenbart, in Wasserpflanzen (Najaden, Characeen, Hydrochariden) und in den Haaren phanerogamischer Landpflanzen; eine wimmelnde, von dem großen Botaniker Robert Brown entdeckte Molecularbewegung, welche freilich außerhalb der Organe bei jeder äußersten Theilung der Materie ebenfalls bemerkbar wird; die kreisende Strömung der Milchsaft-Kügelchen (Cyclose) in einem System eigener Gefäße; endlich die sonderbaren, sich entrollenden, gegliederten Fadengefäße in den Antheridien der Chara und den Reproductions-Organen der Lebermoose und Tang-Arten,

in welchen der, der Wissenschaft zu früh entrissene Meyen ein Analogon der Spermatozoen der animalischen Schöpfung zu erkennen glaubte. Zählen wir zu diesen mannigfaltigen Regungen und Wirbeln noch hinzu, was der Endosmose, den Processen der Ernährung und des Wachsthums, was den inneren Luftströmen zugehört; so haben wir ein Bild von den Kräften, welche, uns fast unbewußt, in dem stillen Pflanzenleben thätig sind.

Seitdem ich in den Ansichten der Natur die Allbelebtheit der Erdoberfläche, die Verbreitung der organischen Formen nach Maaßgabe der Tiefe und Höhe geschildert habe, ist unsere Kenntniß auch in dieser Richtung durch Ehrenberg's glänzende Entdeckungen „über das Verhalten des kleinsten Lebens in dem Weltmeere wie in dem Eise der Polarländer" auf eine überraschende Weise, und zwar nicht durch combinatorische Schlüsse, sondern auf dem Wege genauer Beobachtung, vermehrt worden. Die Lebenssphäre, man möchte sagen der Horizont des Lebens, hat sich vor unseren Augen erweitert. „Es giebt nicht nur ein unsichtbar kleines, microscopisches, ununterbrochen thätiges Leben in der Nähe beider Pole, da wo längst das größere nicht mehr gedeiht; die microscopischen Lebensformen des Südpol-Meeres, auf der antarctischen Reise des Capitän James Roß gesammelt, enthalten sogar einen ganz besonderen Reichthum bisher ganz unbekannter, oft sehr zierlicher Bildungen. Selbst im Rückstande des geschmolzenen, in rundlichen Stücken umherschwimmenden Eises, unter einer Breite von 78° 10′, wurden über fünfzig Arten kieselschaliger Polygastren, ja Coscinodisken, mit ihren grünen Ovarien, also sicher lebend und gegen die Extreme strenger Kälte glücklich

ankämpfend, gefunden. In dem Golf des Erebus wurden mit dem Senkblei in 1242 bis 1620 Fuß Tiefe 68 kieselschalige Polygastren und Phytolitharien, und mit ihnen nur eine einzige kalkschalige Polythalamia, heraufgezogen."

Die bisher beobachteten oceanischen microscopischen Formen sind in weit überwiegender Menge die kieselschaligen, obgleich die Analyse des Meerwassers die Kieselerde nicht als wesentlichen Bestandtheil zeigt (und dieselbe wohl nur als schwebend gedacht werden kann). Der Ocean ist aber nicht bloß an einzelnen Punkten und in Binnenmeeren, oder den Küsten nahe, mit unsichtbaren, d. h. von nichtbewaffneten Augen ungesehenen Lebens-Atomen dicht bevölkert; man kann auch nach den von Schayer auf seiner Rückreise aus Van Diemens Land geschöpften Wasserproben (südlich vom Vorgebirge der guten Hoffnung in 57° Breite, wie mitten unter den Wendekreisen im atlantischen Meere) für erwiesen annehmen, daß der Ocean in seinem gewöhnlichen Zustande, ohne besondere Färbung, ohne fragmentarisch schwimmende, den Oscillatorien unserer süßen Wasser ähnliche Filze kieselschaliger Fäden der Gattung Chaetoceros, bei klarster Durchsichtigkeit zahlreiche microscopische selbstständige Organismen enthalte. Einige Polygastren von den Cockburn-Inseln, mit Pinguin-Excrementen und Sand gemengt, scheinen über die ganze Erde verbreitet, andere sind beiden Polen gemeinsam. [91]

Es herrscht demnach, und die neuesten Beobachtungen bestätigen diese Ansicht, in der ewigen Nacht der oceanischen Tiefen vorzugsweise das Thierleben, während auf den Continenten, des periodischen Reizes der Sonnenstrahlen bedürftig, das Pflanzenleben am meisten verbreitet ist.

Der Masse nach überwiegt im allgemeinen der vegetabilische Organismus bei weitem den thierischen auf der Erde. Was ist die Zahl großer Cetaceen und Pachydermen gegen das Volum dichtgedrängter riesenmäßiger Baumstämme von 8—12 Fuß Durchmesser in dem einzigen Waldraum, welcher die Tropenzone von Südamerika zwischen dem Orinoco, dem Amazonenfluß und dem Rio da Madeira füllt! Wenn auch der Charakter der verschiedenen Erdräume von allen äußeren Erscheinungen zugleich abhängt; wenn Umriß der Gebirge, Physiognomie der Pflanzen und Thiere, wenn Himmelsbläue, Wolkengestalt und Durchsichtigkeit des Luftkreises den Totaleindruck bewirken: so ist doch nicht zu läugnen, daß das Hauptbestimmende dieses Eindrucks die Pflanzendecke ist. Dem thierischen Organismus fehlt es an Masse, und die Beweglichkeit der Individuen entzieht sie oft unsern Blicken. Die Pflanzenschöpfung wirkt durch stetige Größe auf unsere Einbildungskraft; ihre Masse bezeichnet ihr Alter, und in den Gewächsen allein sind Alter und Ausdruck der stets sich erneuernden Kraft mit einander gepaart.[92] In dem Thierreiche (und auch diese Betrachtung ist das Resultat von Ehrenberg's Entdeckungen) ist es gerade das Leben, das man das kleinste im Raume zu nennen pflegt, welches durch seine Selbsttheilung und rasche Vermehrung[93] die wunderbarsten Massenverhältnisse darbietet. Die kleinsten der Infusorien, die Monadinen, erreichen nur einen Durchmesser von $^1/_{3000}$ einer Linie, und doch bilden die kieselschaligen Organismen in feuchten Gegenden unterirdische belebte Schichten von der Dicke mehrerer Lachter.

Der Eindruck der Allbelebtheit der Natur, anregend

und wohlthätig dem fühlenden Menſchen, gehört jeder Zone an; am mächtigſten wird er gegen den Aequator hin, in der eigentlichen Zone der Palmen, der Bambuſen und der baumartigen Farn, da wo von dem molluskken- und corallenreichen Meeresufer der Boden ſich bis zur ewigen Schneegrenze erhebt. Die Ortsverhältniſſe der Pflanzen und Thiere umfaſſen faſt alle Höhen und Tiefen. Organiſche Gebilde ſteigen in das Innere der Erde herab; nicht bloß da, wo durch den Fleiß des Bergmannes große Weitungen entſtanden ſind, auch in natürlichen Höhlen, die zum erſten Male durch Sprengarbeit geöffnet wurden und in die nur meteoriſche Tagewaſſer auf Spalten eindringen konnten, habe ich ſchneeweiße Stalaktitenwände mit dem zarten Geflechte einer Usnea bedeckt gefunden. Podurellen dringen in die Eisröhren der Gletſcher am Mont Roſe, im Grindelwald und dem Oberen Aargletſcher; Chionaea araneoides, von Dalman beſchrieben, und die microſcopiſche Discerea nivalis (einſt Protococcus) leben im Schnee der Polarländer wie in dem unſerer hohen Gebirge. Das Rothwerden des alten Schnees war ſchon dem Ariſtoteles, wahrſcheinlich in den macedoniſchen Gebirgen, bekannt geworden.[94] Während auf hohen Gipfeln der Schweizer Alpen nur Lecideen, Parmelien und Umbilicarien das von Schnee entblößte Geſtein farbig, aber ſparſam überziehen, blühen noch vereinzelt in der Tropengegend der Andeskette in 14000 und 14400 Fuß Höhe ſchöne Phanerogamen, das wollige Culcitium rufescens, Sida pichinchensis und Saxifraga Boussingaulti. Heiße Quellen enthalten kleine Inſecten (Hydroporus thermalis), Galionellen, Oſcillatorien und Conferven; ſie tränken ſelbſt die Wurzelfaſern phanerogamiſcher Gewächſe. Wie Erde,

Luft und Waſſer bei den verſchiedenſten Temperaturen belebt ſind, ſo iſt es auch das Innre der verſchiedenſten Theile der Thierkörper. Es giebt Blutthiere in den Fröſchen wie im Lachſe; nach Nordmann ſind oft alle Flüſſigkeiten der Fiſchaugen mit einem Saugwurme (Diplostomum) gefüllt: ja in den Kiemen des Bleies lebt das wunderſame Doppelthier (Diplozoon paradoxum), welches der eben genannte Naturforſcher entdeckt hat, ein Thier kreuzförmig verwachſen, mit zwei Köpfen und zwei Schwanzenden verſehen.

Wenn auch die Exiſtenz von ſogenannten Meteor-Infuſorien mehr als zweifelhaft iſt, ſo darf doch die Möglichkeit nicht geläugnet werden, daß, wie Fichtenblüthenſtaub jährlich aus der Atmoſphäre herabfällt, auch kleine Infuſionsthiere, mit dem Waſſerdampf paſſiv gehoben, eine Zeit lang in den Luftſchichten ſchweben können.[95] Dieſer Umſtand iſt bei dem uralten Zwiſte über eine mutterloſe Zeugung[96] (generatio spontanea) in ernſte Betrachtung zu nehmen: um ſo mehr als Ehrenberg, wie ſchon oben bemerkt, entdeckt hat, daß der nebelartig die Luft trübende Staubregen, welchem Seefahrer häufig in der Nähe der capverdiſchen Inſeln und bis in 380 Seemeilen Entfernung von der afrikaniſchen Küſte ausgeſetzt ſind, Reſte von 18 Arten kieſelſchaliger polygaſtriſcher Thierchen enthält.

Die Fülle der Organismen, deren räumliche Vertheilung die Geographie der Pflanzen und Thiere verfolgt, wird entweder nach der Verſchiedenheit und relativen Zahl der Bildungstypen, alſo nach der Geſtaltung der vorhandenen Gattungen und Arten, oder nach der Zahl der Individuen betrachtet, welche auf einem gegebenen Flächenraume einer jeden Art zukommt. Bei den Pflanzen wie bei

den Thieren iſt es ein wichtiger Unterſchied ihrer Lebensweiſe, ob ſie iſolirt (vereinzelt) oder geſellig lebend gefunden werden. Die Arten, welche ich geſellige Pflanzen[97] genannt habe, bedecken einförmig große Strecken. Dahin gehören viele Tang-Arten des Meeres, Cladonien und Mooſe in den öden Flachländern des nördlichen Aſiens, Gräſer und orgelartig aufſtrebende Cacteen, Avicennia und Mangleſträucher in der Tropenwelt, Wälder von Coniferen und Birken in den baltiſchen und ſibiriſchen Ebnen. Dieſe Art der geographiſchen Vertheilung beſtimmt, neben der individuellen Form der Pflanzengeſtalt, neben ihrer Größe, Blatt- und Blüthenform, hauptſächlich den phyſiognomiſchen Charakter[98] einer Gegend. Das bewegliche Bild des Thierlebens, ſo mannigfaltig und reizend, ſo mehr angeeignet es unſeren Gefühlen der Zuneigung oder des Abſcheues iſt, bleibt faſt demſelben fremd, wirkt wenigſtens minder mächtig auf ihn. Die ackerbauenden Völker vermehren künſtlich die Herrſchaft geſelliger Pflanzen, und ſo an vielen Punkten der gemäßigten und nördlichen Zone den Anblick der Einförmigkeit der Natur; auch bereiten ſie den Untergang wildwachſenden Pflanzen und ſiedeln andere, die dem Menſchen auf fernen Wanderungen folgen, abſichtslos an. Die üppige Zone der Tropenwelt widerſteht kräftiger dieſen gewaltſamen Umwandlungen der Schöpfung.

Beobachter, welche in kurzer Zeit große Landſtrecken durchzogen, Gebirgsgruppen beſtiegen hatten, in denen die Klimate ſchichtenweiſe über einander gelagert ſind, mußten ſich früh angeregt fühlen von einer geſetzmäßigen Vertheilung der Pflanzenformen. Sie ſammelten rohe Materialien für eine Wiſſenſchaft, deren Name noch nicht ausgeſprochen war.

Dieſelben Zonen (Regionen) der Gewächſe, welche als Jüngling der Cardinal Bembo[99] am Abhange des Aetna im ſechzehnten Jahrhundert beſchrieb, fand Tournefort am Ararat wieder. Er verglich ſcharfſinnig die Alpenflor mit der Flor der Ebenen unter verſchiednen Breiten; er bemerkte zuerſt, daß die Erhöhung des Bodens über dem Meeresſpiegel auf die Vertheilung der Gewächſe wirke, wie die Entfernung vom Pole im Flachlande. Menzel in einer unedirten Flora von Japan ſprach zufällig den Namen der Geographie der Pflanzen aus. Dieſer Name findet ſich wieder in den phantaſtiſchen, aber anmuthigen Studien der Natur von Bernardin de St. Pierre. Eine wiſſenſchaftliche Behandlung des Gegenſtandes hat erſt angefangen, als man die Geographie der Pflanzen mit der Lehre von der Vertheilung der Wärme auf dem Erdkörper in innige Verbindung brachte, als man die Gewächſe nach natürlichen Familien ordnen, und ſo numeriſch unterſcheiden konnte, welche Formen vom Aequator gegen die Pole ab- oder zunehmen, in welchem Zahlenverhältniß in verſchiedenen Erdſtrichen jede Familie zu der ganzen daſelbſt wachſenden Maſſe der Phanerogamen ſtehe. Es iſt ein glücklicher Umſtand meines Lebens geweſen, daß zu der Zeit, in welcher ich mich faſt ausſchließend mit Botanik beſchäftigte, meine Studien, durch den Anblick einer großartigen, klimatiſch contraſtirten Natur begünſtigt, ſich auf die eben genannten Gegenſtände der Unterſuchung richten konnten.

Die geographiſche Verbreitung der Thierformen, über welche Buffon zuerſt allgemeine und großentheils ſehr richtige Anſichten aufgeſtellt, hat in neueren Zeiten aus den

Fortschritten der Pflanzengeographie mannigfaltigen Nutzen gezogen. Die Krümmungen der Isothermen, besonders die der isochimenen, offenbaren sich in den Grenzen, welche gewisse Pflanzen- und nicht weit wandernde Thierarten gegen die Pole zu, wie gegen den Gipfel schneebedeckter Gebirge, selten übersteigen. Das Elennthier z. B. lebt in der scandinavischen Halbinsel fast zehn Grad nördlicher als im Innern von Sibirien, wo die Linie gleicher Winterwärme so auffallend concav wird. Pflanzen wandern im Ei. Der Saamen vieler ist mit eigenen Organen zur weiten Luftreise versehen. Einmal angewurzelt, sind sie abhängiger vom Boden und von der Temperatur der Luftschicht, welche sie umgiebt. Thiere erweitern nach Willkühr ihren Verbreitungsbezirk von dem Aequator gegen die Pole hin: da vorzüglich, wo die Isotheren sich wölben und heiße Sommer auf eine strenge Winterkälte folgen. Der Königstiger, von dem ostindischen gar nicht verschieden, streift jeden Sommer im nördlichen Asien bis in die Breite von Berlin und Hamburg, wie Ehrenberg und ich an einem anderen Orte entwickelt haben. [100]

Die Gruppirung oder Association der Gewächsarten, welche wir Floren (Vegetationsgebiete) zu nennen gewohnt sind, scheint mir, nach dem, was ich von der Erde gesehen, keineswegs das Vorherrschen einzelner Familien so zu offenbaren, daß man berechtigt sein könnte Reiche der Umbellaten, Solidago-Arten, Labiaten oder Scitamineen geographisch aufzustellen. Meine individuelle Ansicht bleibt in diesem Punkte abweichend von der Ansicht mehrerer der ausgezeichnetsten und mir befreundeten Botaniker Deutschlands. Der Charakter der Floren in den

Hochländern von Mexico, Neu-Granada und Quito, vom europäischen Rußland und von Nord-Asien liegt, wie ich glaube, nicht in der relativ größeren Zahl der Arten, welche eine oder zwei natürliche Familien bilden; er liegt in den viel complicirteren Verhältnissen des Zusammenlebens vieler Familien und der relativen Zahlenwerthe ihrer Arten. In einem Wiesen- und Steppenlande herrschen allerdings die Gramineen und Cyperaceen, in unsern nördlichen Wäldern die Zapfenbäume, Cupuliferen und Betulineen vor; aber dieses Vorherrschen der Formen ist nur scheinbar, und täuschend wegen des Anblickes, den gesellige Pflanzen gewähren. Der Norden von Europa, und Sibirien in der Zone nördlich vom Altai verdienen wohl nicht mehr den Namen eines Reichs der Gramineen oder der Coniferen als die endlosen Llanos zwischen dem Orinoco und der Bergkette von Caracas oder als die Fichtenwaldungen von Mexico. In dem Zusammenleben der Formen, die sich theilweise ersetzen, in ihrer relativen Menge und Gruppirung liegt der Gesammteindruck von Fülle und Mannigfaltigkeit oder von Armuth und Einförmigkeit der vegetabilischen Natur.

Ich bin in dieser fragmentaren Betrachtung der Erscheinungen des Organismus von den einfachsten Zellen[1], gleichsam dem ersten Hauche des Lebens, zu höheren und höheren Bildungen aufgestiegen. „Das Zusammenhäufen von Schleimkörnchen zu einem bestimmt geformten Cytoblasten, um den sich blasenförmig eine Membrane als geschlossene Zelle bildet", ist entweder durch eine schon vorhandene Zelle veranlaßt, so daß Zelle durch Zelle entsteht[2], oder der Zellenbildungsproceß ist wie bei

den sogenannten Gährungspilzen in das Dunkel eines chemischen Vorgangs gehüllt. Die geheimnißvollste Art des Werdens durfte hier nur leise berührt werden. Die Geographie der Organismen (der Pflanzen und Thiere) behandelt die schon entwickelten Keime, ihre Ansiedelung durch willkührliche oder unwillkührliche Wanderung, ihr relatives Verhältniß, ihre Gesammtvertheilung auf dem Erdkörper.

Es würde das allgemeine Naturbild, das ich zu entwerfen strebe, unvollständig bleiben, wenn ich hier nicht auch den Muth hätte das Menschengeschlecht in seinen physischen Abstufungen, in der geographischen Verbreitung seiner gleichzeitig vorhandenen Typen, in dem Einfluß, welchen es von den Kräften der Erde empfangen und wechselseitig, wenn gleich schwächer, auf sie ausgeübt hat, mit wenigen Zügen zu schildern. Abhängig, wenn gleich in minderem Grade als Pflanzen und Thiere, von dem Boden und den meteorologischen Processen des Luftkreises, den Naturgewalten durch Geistesthätigkeit und stufenweise erhöhte Intelligenz, wie durch eine wunderbare sich allen Klimaten aneignende Biegsamkeit des Organismus leichter entgehend, nimmt das Geschlecht wesentlich Theil an dem ganzen Erdenleben. Durch diese Beziehungen gehört demnach das dunkle und vielbestrittene Problem von der Möglichkeit gemeinsamer Abstammung in den Ideenkreis, welchen die physische Weltbeschreibung umfaßt. Es soll die Untersuchung dieses Problems, wenn ich mich so ausdrücken darf, durch ein edleres und rein menschliches Interesse das letzte Ziel meiner Arbeit bezeichnen. Das unermessene Reich der Sprachen, in deren verschiedenartigem

Organismus sich die Geschicke der Völker ahnungsvoll abspiegeln, steht am nächsten dem Gebiet der Stammverwandtschaft; und was selbst kleine Stammverschiedenheiten hervorzurufen vermögen, lehrt uns in der Blüthe geistiger Cultur die hellenische Welt. Die wichtigsten Fragen der Bildungsgeschichte der Menschheit knüpfen sich an die Ideen von Abstammung, Gemeinschaft der Sprache, Unwandelbarkeit in einer ursprünglichen Richtung des Geistes und des Gemüthes.

So lange man nur bei den Extremen in der Variation der Farbe und der Gestaltung verweilte und sich der Lebhaftigkeit der ersten sinnlichen Eindrücke hingab, konnte man allerdings geneigt werden die Racen nicht als bloße Abarten, sondern als ursprünglich verschiedene Menschenstämme zu betrachten. Die Festigkeit gewisser Typen[3] mitten unter der feindlichsten Einwirkung äußerer, besonders klimatischer Potenzen schien eine solche Annahme zu begünstigen, so kurz auch die Zeiträume sind, aus denen historische Kunde zu uns gelangt ist. Kräftiger aber sprechen, auch meiner Ansicht nach, für die Einheit des Menschengeschlechts die vielen Mittelstufen[4] der Hautfarbe und des Schädelbaues, welche die raschen Fortschritte der Länderkenntniß uns in neueren Zeiten dargeboten haben, die Analogie der Abartung in anderen wilden und zahmen Thierclassen, die sicheren Erfahrungen, welche über die Grenzen fruchtbarer Bastarderzeugung[5] haben gesammelt werden können. Der größere Theil der Contraste, die man ehemals hatte zu finden geglaubt, ist durch die fleißige Arbeit Tiedemann's über das Hirn der Neger und der Europäer, durch die anatomischen Untersuchungen Vrolik's

und Weber's über die Gestalt des Beckens hinweggeräumt. Wenn man die dunkelfarbigen afrikanischen Nationen, über die Prichard's gründliches Werk so viel Licht verbreitet hat, in ihrer Allgemeinheit umfaßt und sie dazu noch mit den Stämmen des südindischen und westaustralischen Archipels, mit den Papuas und Alfourous (Haraforen, Endamenen) vergleicht, so sieht man deutlich, daß schwarze Hautfarbe, wolliges Haar und negerartige Gesichtszüge keineswegs immer mit einander verbunden sind[6]. So lange den westlichen Völkern nur ein kleiner Theil der Erde aufgeschlossen war, mußten einseitige Ansichten sich bilden. Sonnenhitze der Tropenwelt und schwarze Hautfarbe schienen unzertrennlich. „Die Aethiopen", sang der alte Tragiker Theodectes von Phaselis[7], „färbt der nahe Sonnengott in seinem Laufe mit des Russes finsterem Glanz; die Sonnengluth kräuselt ihnen dörrend das Haar." Erst die Heerzüge Alexanders, welche so viele Ideen der physischen Erdbeschreibung anregten, fachten den Streit über den unsicheren Einfluß der Klimate auf die Volksstämme an. „Die Geschlechter der Thiere und Pflanzen", sagt einer der größten Anatomen unsres Zeitalters, Johannes Müller, in seiner alles umfassenden Physiologie des Menschen, „verändern sich während ihrer Ausbreitung über die Oberfläche der Erde innerhalb der den Arten und Gattungen vorgeschriebenen Grenzen. Sie pflanzen sich als Typen der Variation der Arten organisch fort. Aus dem Zusammenwirken verschiedener sowohl innerer als äußerer, im einzelnen nicht nachweisbarer Bedingungen sind die gegenwärtigen Racen der Thiere hervorgegangen, von welchen sich die auffallendsten Abarten bei denen finden, die der

ausgedehntesten Verbreitung auf der Erde fähig sind. Die Menschenracen sind Formen einer einzigen Art, welche sich fruchtbar paaren und durch Zeugung fortpflanzen; sie sind nicht Arten eines Genus: wären sie das letztere, so würden ihre Bastarde unter sich unfruchtbar sein. Ob die gegebenen Menschenracen von mehreren oder Einem Urmenschen abstammen, kann nicht aus der Erfahrung ermittelt werden."[8]

Die geographischen Forschungen über den alten Sitz, die sogenannte Wiege des Menschengeschlechts haben in der That einen rein mythischen Charakter. „Wir kennen", sagt Wilhelm von Humboldt in einer noch ungedruckten Arbeit über die Verschiedenheit der Sprachen und Völker, „geschichtlich oder auch nur durch irgend sichere Ueberlieferung keinen Zeitpunkt, in welchem das Menschengeschlecht nicht in Völkerhaufen getrennt gewesen wäre. Ob dieser Zustand der ursprüngliche war oder erst später entstand, läßt sich daher geschichtlich nicht entscheiden. Einzelne, an sehr verschiedenen Punkten der Erde, ohne irgend sichtbaren Zusammenhang, wiederkehrende Sagen verneinen die erstere Annahme, und lassen das ganze Menschengeschlecht von Einem Menschenpaare abstammen. Die weite Verbreitung dieser Sage hat sie bisweilen für eine Urerinnerung der Menschheit halten lassen. Gerade dieser Umstand aber beweist vielmehr, daß ihr keine Ueberlieferung und nichts geschichtliches zum Grunde lag, sondern nur die Gleichheit der menschlichen Vorstellungsweise zu derselben Erklärung der gleichen Erscheinung führte: wie gewiß viele Mythen, ohne geschichtlichen Zusammenhang, bloß aus der Gleichheit des menschlichen Dichtens und Grübelns

entstanden. Jene Sage trägt auch darin ganz das Gepräge menschlicher Erfindung, daß sie die außer aller Erfahrung liegende Erscheinung des ersten Entstehens des Menschengeschlechts auf eine innerhalb heutiger Erfahrung liegende Weise, und so erklären will, wie in Zeiten, wo das ganze Menschengeschlecht schon Jahrtausende hindurch bestanden hatte, eine wüste Insel oder ein abgesondertes Gebirgsthal mag bevölkert worden sein. Vergeblich würde sich das Nachdenken in das Problem jener ersten Entstehung vertieft haben, da der Mensch so an sein Geschlecht und an die Zeit gebunden ist, daß sich ein Einzelner ohne vorhandenes Geschlecht und ohne Vergangenheit gar nicht in menschlichem Dasein fassen läßt. Ob also in dieser weder auf dem Wege der Gedanken noch der Erfahrung zu entscheidenden Frage wirklich jener angeblich traditionelle Zustand der geschichtliche war, oder ob das Menschengeschlecht von seinem Beginnen an völkerweise den Erdboden bewohnte? darf die Sprachkunde weder aus sich bestimmen, noch, die Entscheidung anderswoher nehmend, zum Erklärungsgrunde für sich brauchen wollen."

Die Gliederung der Menschheit ist nur eine Gliederung in Abarten, die man mit dem, freilich etwas unbestimmten Worte Racen bezeichnet. Wie in dem Gewächsreiche, in der Naturgeschichte der Vögel und Fische die Gruppirung in viele kleine Familien sicherer als die in wenige, große Massen umfassende Abtheilungen ist, so scheint mir auch, bei der Bestimmung der Racen, die Aufstellung kleinerer Völkerfamilien vorzuziehen. Man mag die alte Classification meines Lehrers Blumenbach nach fünf Racen (der kaukasischen, mongolischen, amerikanischen, äthiopischen und

malayiſchen) befolgen oder mit Prichard ſieben[9] Racen (die iraniſche, turaniſche, amerikaniſche, der Hottentotten und Buſchmänner, der Neger, der Papuas und der Alfourous) annehmen; immer iſt keine typiſche Schärfe, kein durchgeführtes natürliches Princip der Eintheilung in ſolchen Gruppirungen zu erkennen. Man ſondert ab, was gleichſam die Extreme der Geſtaltung und Farbe bildet: unbekümmert um die Völkerſtämme, welche nicht in jene Claſſen einzuſchalten ſind, und welche man bald ſcythiſche, bald allophyliſche Racen hat nennen wollen. Iraniſch iſt allerdings für die europäiſchen Völker ein minder ſchlechter Name als kaukaſiſch; aber im allgemeinen darf man behaupten, daß geographiſche Benennungen als Ausgangspunkt der Race ſehr unbeſtimmt ſind, wenn das Land, welches der Race den Namen geben ſoll, wie z. B. Turan (Maweranahr), zu verſchiedenen Zeiten[10] von den verſchiedenſten Volksſtämmen, — indo-germaniſchen und finniſchen, nicht aber mongoliſchen Urſprungs —, bewohnt worden iſt.

Die Sprachen als geiſtige Schöpfungen der Menſchheit, als tief in ihre geiſtige Entwicklung verſchlungen, haben, indem ſie eine nationelle Form offenbaren, eine hohe Wichtigkeit für die zu erkennende Aehnlichkeit oder Verſchiedenheit der Racen. Sie haben dieſe Wichtigkeit, weil Gemeinſchaft der Abſtammung in das geheimnißvolle Labyrinth führt, in welchem die Verknüpfung der phyſiſchen (körperlichen) Anlagen mit der geiſtigen Kraft in tauſendfältig verſchiedener Geſtaltung ſich darſtellt. Die glänzenden Fortſchritte, welche das philoſophiſche Sprachſtudium im deutſchen Vaterlande ſeit noch nicht einem halben Jahrhundert gemacht, erleichtern die Unterſuchungen über den

nationellen Charakter" der Sprachen, über das, was die Abstammung scheint herbeigeführt zu haben. Wie in allen Gebieten idealer Speculation, steht aber auch hier die Gefahr der Täuschung neben der Hoffnung einer reichen und sicheren Ausbeute.

Positive ethnographische Studien, durch gründliche Kenntniß der Geschichte unterstützt, lehren, daß eine große Vorsicht in dieser Vergleichung der Völker, und der Sprachen, welcher die Völker sich zu einer bestimmten Zeitepoche bedienten, anzuwenden sei. Unterjochung, langes Zusammenleben, Einfluß einer fremden Religion, Vermischung der Stämme, wenn auch oft nur bei geringer Zahl der mächtigeren und gebildeteren Einwanderer, haben ein in beiden Continenten sich gleichmäßig erneuerndes Phänomen hervorgerufen: daß ganz verschiedene Sprachfamilien sich bei einer und derselben Race, daß bei Völkern sehr verschiedener Abstammung sich Idiome desselben Sprachstammes finden. Asiatische Welteroberer haben am mächtigsten auf solche Erscheinungen eingewirkt.

Sprache ist aber ein Theil der Naturkunde des Geistes; und wenn auch die Freiheit, mit welcher der Geist in glücklicher Ungebundenheit die selbstgewählten Richtungen, unter ganz verschiedenartigen physischen Einflüssen, stetig verfolgt, ihn der Erdgewalt mächtig zu entziehen strebt, so wird die Entfesselung doch nie ganz vollbracht. Es bleibt etwas von dem, was den Naturanlagen aus Abstammung, dem Klima, der heiteren Himmelsbläue, oder einer trüben Dampfatmosphäre der Inselwelt zugehört. Da nun der Reichthum und die Anmuth des Sprachbaues sich aus dem Gedanken wie aus des Geistes zartester Blüthe entfalten,

so wollen wir nicht, daß bei der Innigkeit des Bandes, welches beide Sphären, die physische und die Sphäre der Intelligenz und der Gefühle, mit einander verknüpft, unser Naturbild des freundlichen Lichtes und der Färbung entbehre, welche ihm die, hier freilich nur angedeuteten Betrachtungen über das Verhältniß der Abstammung zur Sprache verleihen können.

Indem wir die Einheit des Menschengeschlechtes behaupten, widerstreben wir auch jeder unerfreulichen Annahme [12] von höheren und niederen Menschenracen. Es giebt bildsamere, höher gebildete, durch geistige Cultur veredelte, aber keine edleren Volksstämme. Alle sind gleichmäßig zur Freiheit bestimmt; zur Freiheit, welche in roheren Zuständen dem Einzelnen, in dem Staatenleben bei dem Genuß politischer Institutionen der Gesammtheit als Berechtigung zukommt. „Wenn wir eine Idee bezeichnen wollen, die durch die ganze Geschichte hindurch in immer mehr erweiterter Geltung sichtbar ist, wenn irgend eine die vielfach bestrittene, aber noch vielfacher mißverstandene Vervollkommnung des ganzen Geschlechtes beweist, so ist es die Idee der Menschlichkeit: das Bestreben, die Grenzen, welche Vorurtheile und einseitige Ansichten aller Art feindselig zwischen die Menschen gestellt, aufzuheben, und die gesammte Menschheit, ohne Rücksicht auf Religion, Nation und Farbe, als Einen großen, nahe verbrüderten Stamm, als ein zur Erreichung Eines Zweckes, der freien Entwicklung innerlicher Kraft, bestehendes Ganzes zu behandeln. Es ist dieß das letzte, äußerste Ziel der Geselligkeit, und zugleich die durch seine Natur selbst in ihn gelegte Richtung des Menschen auf unbestimmte Erweiterung seines Daseins. Er sieht den Boden, so weit er sich

ausdehnt, den Himmel, so weit, ihm entdeckbar, er von Gestirnen umflammt wird, als innerlich sein, als ihm zur Betrachtung und Wirksamkeit gegeben an. Schon das Kind sehnt sich über die Hügel, über die Seen hinaus, welche seine enge Heimath umschließen; es sehnt sich dann wieder pflanzenartig zurück: denn es ist das Rührende und Schöne im Menschen, daß Sehnsucht nach Erwünschtem und nach Verlorenem ihn immer bewahrt ausschließlich an dem Augenblicke zu haften. So festgewurzelt in der innersten Natur des Menschen, und zugleich geboten durch seine höchsten Bestrebungen, wird jene wohlwollend menschliche Verbindung des ganzen Geschlechts zu einer der großen leitenden Ideen in der Geschichte der Menschheit." [13]

Mit diesen Worten, welche ihre Anmuth aus der Tiefe der Gefühle schöpfen, sei es dem Bruder erlaubt die allgemeine Darstellung der Naturerscheinungen im Weltall zu beschließen. Von den fernsten Nebelflecken und von kreisenden Doppelsternen sind wir zu den kleinsten Organismen der thierischen Schöpfung im Meer und Land, und zu den zarten Pflanzenkeimen herabgestiegen, welche die nackte Felsklippe am Abhang eisiger Berggipfel bekleiden. Nach theilweise erkannten Gesetzen konnten hier die Erscheinungen geordnet werden. Gesetze anderer, geheimnißvollerer Art walten in den höchsten Lebenskreisen der organischen Welt: in denen des vielfach gestalteten, mit schaffender Geisteskraft begabten; spracherzeugenden Menschengeschlechts. Ein physisches Naturgemälde bezeichnet die Grenze, wo die Sphäre der Intelligenz beginnt und der ferne Blick sich senkt in eine andere Welt. Es bezeichnet die Grenze und überschreitet sie nicht.

Anmerkungen.

[1] (S. 88.) Die optischen Betrachtungen über den Unterschied, welchen ein einziger leuchtender Punkt oder eine Scheibe von meßbarem Winkel darbieten, in der die Lichtstärke in jedem Abstande dieselbe bleibt, findet man entwickelt in Arago, Analyse des travaux de Sir William Herschel (Annuaire du Bureau des Long. 1842 p. 410—412 und 441).

[2] (S. 88.) „Die beiden Magelhanischen Wolken, Nubecula major und minor, sind höchst merkwürdige Gegenstände. Die größere Wolke ist eine Zusammenhäufung von Sternen, und besteht aus Sternhaufen von unregelmäßiger Gestalt, aus kugelförmigen Haufen und aus Nebelsternen von verschiedener Größe und Dichtigkeit. Es liegen dazwischen große, nicht in Sterne aufzulösende Nebelflecke, die wahrscheinlich Sternenstaub (star-dust) sind, und selbst mit dem zwanzigfüßigen Teleskop nur als eine allgemeine Helligkeit des Gesichtsfeldes erscheinen und einen glänzenden Hintergrund bilden, auf dem andere Gegenstände von sehr auffallender und unbegreiflicher Gestalt zerstreut sind. An keinem anderen Theile des Himmels sind auf einem so kleinen Raume so viele Nebel- und Sternhaufen zusammengedrängt, wie in dieser Wolke. Die Nubecula minor ist viel weniger schön; sie zeigt mehr unauflösliches, nebliges Licht, und die darin befindlichen Sternhaufen sind geringer an Zahl und schwächer." (Aus einem Briefe von Sir John Herschel, Feldhuysen am Cap der guten Hoffnung, 13 Jun. 1836.)

[3] (S. 89.) Den schönen Ausdruck χόρτος οὐρανοῦ, welchen Hesychius einem unbekannten Dichter entlehnt, hätte ich oben bei Himmels-Garten angeführt, wenn χόρτος nicht allgemeiner einen eingeschlossenen Platz und so den „Himmels-Raum" bezeichnete. Der Zusammenhang mit dem germanischen Garten (gothisch gards, nach Jacob Grimm von gairdan, cingere) ist aber nicht zu verkennen, so wenig als die Verwandtschaft mit dem

ſlaviſchen grad, gorod und die von Pott (Etymol. Forſchungen Th. I. S. 144) bemerkte mit dem lateiniſchen chors (woher corte, cour) und dem oſſetiſchen khart. Hieran ſchließt ſich ferner das nordiſche gard, gård (Umzäunung, dann: ein Gehöfte, Landſitz) und das perſiſche gerd, gird, Umkreis, Kreis, dann ein fürſtlicher Landſitz, Schloß oder Stadt, wie in alten Ortsnamen in Firduſi's Schahnameh: Sipawakſchgird, Darabgird u. a.

[4] (S. 92.) Für α Cent. Maclear (Reſultate von 1839 und 1840) in den Transact. of the astron. Soc. Vol. XII. p. 370. Wahrſcheinlicher mittlerer Fehler 0″,0640; für 61 Cygni ſ. Beſſel in Schum. Jahrbuch 1839 S. 47—49, und in Schum. Aſtr. Nachr. Bd. 17. S. 401, 402. Mittlerer Fehler 0″,0141. Ueber die relativen Entfernungen der Sterne verſchiedener Ordnung, wie die dritter Größe wahrſcheinlich dreifach entfernter ſind, und wie man ſich die körperliche Geſtaltung der Sternſchichten vorſtellen ſolle, finde ich bei Kepler in der Epitome Astronomiae Copernicanae 1618 T. I. lib. 1. p. 34—39 eine merkwürdige Stelle: »Sol hic noster nil aliud est quam una ex fixis, nobis major et clarior visa, quia propior quam fixa. Pone terram stare ad latus, una semidiametro viae lacteae, tunc haec via lactea apparebit circulus parvus, vel ellipsis parva, tota declinans ad latus alterum; eritque simul uno intuitu conspicua, quæ nunc non potest nisi dimidia conspici quovis momento. Itaque fixarum sphæra non tantum orbe stellarum, sed etiam circulo lactis versus nos deorsum est terminata.«

[5] (S. 95.) »Si dans les zones abandonnées par l'atmosphère du soleil il s'est trouvé des molécules trop volatiles pour s'unir entre elles ou aux planètes; elles doivent en continuant de circuler autour de cet astre offrir toutes les apparences de la lumière zodiacale, sans opposer de résistance sensible aux divers corps du système planétaire; soit à cause de leur extrême rareté, soit parce que leur mouvement est à fort peu près le même que celui des planètes qu'elles rencontrent.« Laplace, Exp. du Syst. du Monde (éd. 5.) p. 415.

[6] (S. 95.) Laplace a. a. O. S. 396 und 414.

[7] (S. 95.) Littrow, Aſtronomie 1825 Bd. II. S. 107. Mädler, Aſtr. 1841 S. 212. (Laplace a. a. O. S. 210.)

[8] (S. 97.) Kepler über die mit den Abständen von der Sonne zunehmende Dichte und zunehmendes Volum der Planeten, indem der Centralkörper (die Sonne) als der dichteste aller Weltkörper beschrieben wird, in Epitome Astron. Copern. in VII libros digesta, 1618—1622, p. 420. Auch Leibnitz war der Meinung Kepler's und Otto's von Guericke zugethan, daß die Planeten in Verhältniß der Sonnenferne an Volum zunehmen. S. dessen Brief an den Magdeburger Bürgermeister (Mainz 1671) in Leibnitz deutschen Schriften, herausg. von Guhrauer. Th. I. S. 264.

[9] (S. 97.) S. für die Zusammenstellung der Massen Encke in Schum. Astr. Nachr. 1843 Nr. 488. S. 114.

[10] (S. 100.) Wenn der Halbmesser des Mondes nach Burckhardt's Bestimmung 0,2725 und sein Volum $^1/_{49,09}$ ist, so ergiebt sich seine Dichtigkeit 0,5596, nahe $^5/_9$. Vergl. auch Wilh. Beer und H. Mädler, der Mond S. 2 und 10, wie Mädler, Astr. S. 157. Der körperliche Inhalt des Mondes ist nach Hansen nahe an $^1/_{54}$ (nach Mädler $^1/_{49,6}$) des körperlichen Inhalts der Erde, seine Masse $^1/_{67,73}$ der Masse der Erde. Bei dem größten aller Jupiterstrabanten, dem dritten, sind die Verhältnisse zum Hauptplaneten im Volum $^1/_{15370}$; in der Masse $^1/_{11900}$. Ueber die Abplattung des Uranus s. Schum. Astron. Nachr. 1844 Nr. 493.

[11] (S. 104.) Beer und Mädler a. a. O. §. 185 S. 208, und §. 347 S. 332. Dieselben Verf., Phys. Kenntniß der himml. Körper S. 4 und 69. Tab. I.

[12] (S. 105.) Die vier ältesten Cometen, deren Bahn hat berechnet werden können, und zwar nach chinesischen Beobachtungen, sind die von 240 (unter Gordian III.), 539 (unter Justinian), 565 und 837. Während daß dieser letzte Comet, der nach Du Séjour 24 Stunden lang weniger als 500000 Meilen von der Erde entfernt war, Ludwig den Frommen dermaßen erschreckte, daß er durch Stiftung von Klöstern einer drohenden Gefahr zu entgehen hoffte; verfolgten die chinesischen Astronomen ganz wissenschaftlich die Bahn des Gestirns, dessen 60° langer Schweif bald einfach, bald getheilt erschien. Der erste Comet, welcher nach europäischen Beobachtungen allein hat berechnet werden können, ist der von 1456 (der Halley'sche in der Erscheinung, welche man lange, aber mit Unrecht, für die

erſte, ſicher beſtimmte, gehalten hat). Arago im Annuaire 1836 p. 204. Vergl. auch unten Anmerk. 26.

[13] (S. 106.) Arago im Ann. 1832 p. 209—211. So wie bei hellem Sonnenſchein der Schweif des Cometen von 1402 geſehen wurde, ſo ſind auch vom letzten großen Cometen von 1843 Kern und Schweif am 28 Februar in Nordamerika (laut J. G. Clarke zu Portland im Staate Maine) zwiſchen 1 und 3 Uhr Nachmittags ſichtbar geweſen. Man konnte Abſtände des ſehr dichten Kerns vom Sonnenrande mit vieler Genauigkeit meſſen. Kern und Schweif erſchienen wie ein ſehr reines, weißes Gewölk; nur zwiſchen dem Schweif und dem Kern war eine dunklere Stelle. Amer. Journ. of Science Vol. XLV. No. 1. p. 229. (Schum. Aſtr. Nachr. 1843 Nr. 491. S. 175.)

[14] (S. 107.) Philos. Transact. for 1808 P. II. p. 155, und for 1812 P. I. p. 118. Die von Herſchel gefundenen Durchmeſſer der Kerne waren 538 und 428 engl. Meilen. Für die Dimenſion der Cometen von 1798 und 1805 ſ. Arago im Annuaire pour 1832 p. 203.

[15] (S. 108.) Arago, des changemens physiques de la Comète de Halley du 15—23 Oct. 1835 im Ann. 1836 p. 218—221. Die gewöhnlichere Richtung der Ausſtrömungen war auch zu Nero's Zeiten bemerkt worden. Comæ radios solis effugiunt; Seneca, Nat. Quaest. VII, 20.

[16] (S. 109.) Beſſel in Schum. Aſtr. Nachr. 1836 Nr. 300—302. S. 188, 192, 197, 200, 202 und 230. Derſelbe in Schum. Jahrb. 1837 S. 149—168. William Herſchel glaubt auch in ſeinen Beobachtungen des ſchönen Cometen von 1811 Beweiſe der Rotation des Kerns und Schweifes (Philos. Transact. for 1812 P. I. p. 140) gefunden zu haben, ebenfalls Dunlop im dritten Cometen von 1825 zu Paramatta.

[17] (S. 109.) Beſſel in Aſtr. Nachr. 1836 Nr. 302. S. 231. (Schum. Jahrb. 1837 S. 175.) Vergl. auch Lehmann über Cometenſchweife in Bode's Aſtron. Jahrb. für 1826 S. 168.

[18] (S. 110.) Ariſtot. Meteor. I. 8. 11—14 und 19—21 (ed. Ideler T. I. p. 32—34). Bieſe, Phil. des Ariſtoteles Bd. II. S. 86. Bei dem Einfluſſe, den Ariſtoteles auf das ganze Mittelalter ausgeübt hat, iſt es unendlich zu bedauern, daß er den großen und der Wahrheit mehr genäherten Anſichten vom

Weltbau, welche die alteren Pythagoreer hatten, ſo abhold war. Er erklärt die Cometen für vergängliche, unſerer Atmoſphäre zugehörige Meteore in demſelben Buche, in welchem er die Meinung der Pythagoreiſchen Schule anführt (Ariſtot. I. 6, 2), nach der die Cometen Planeten von langem Umlauf ſind. Dieſe Lehre der Pythagoreer, welche nach dem Zeugniß des Apollonius Myndius noch viel älter bei den Chaldäern war, ging zu den, immer nur wiederholenden Römern über. Der Myndier beſchreibt die Bahn der Cometen als eine weit in die oberen Himmelsräume abführende. Daher Seneca (Nat. Quaest. VII, 17): Cometes non est species falsa, sed proprium sidus sicut solis et lunæ: altiora mundi secat et tunc demum apparet quum in imum cursum sui venit; und (VII, 27): Cometas æternos esse et sortis ejusdem, cujus cætera (sidera), etiamsi faciem illis non habent similem. Plinius (II, 25) ſpielt ebenfalls auf den Apollonius Myndius an, wenn er ſagt: Sunt qui et hæc sidera perpetua esse credant suoque ambitu ire, sed non nisi relicta a sole cerni.

[19] (S. 110.) Olbers in den Aſtr. Nachr. 1828 S. 157 und 184. Arago de la constitution physique des comètes im Annuaire de 1832 p. 203—208. Schon den Alten war es auffallend, daß man durch die Cometen wie durch eine Flamme ſehen kann. Das älteſte Zeugniß von den durch Cometen geſehenen Sternen iſt das des Democritus (Ariſtot. Meteor. I. 6, 11). Dieſe Angabe führt Ariſtoteles zu der nicht unwichtigen Bemerkung, daß er ſelbſt die Bedeckung eines der Sterne der Zwillinge durch Jupiter beobachtete. Seneca erwähnt beſtimmt nur der Durchſichtigkeit des Schweifes. „Man ſieht", ſagt er, „Sterne durch den Cometen, wie durch ein Gewölk (Nat. Quaest. VII, 18); man ſieht aber nicht durch den Körper ſelbſt des Cometen, ſondern durch die Strahlen des Schweifes: non in ea parte qua sidus ipsum est spissi et solidi ignis, sed qua rarus splendor occurrit et in crines dispergitur. Per intervalla ignium, non per ipsos, vides« (VII, 26). Der letzte Zuſatz iſt überflüſſig, da man allerdings, wie ſchon Galilei im Saggiatore (Lettera a Monsignor Cesarini 1619) unterſuchte, durch eine Flamme ſieht, wenn ſie nicht eine zu große Dicke hat.

[20] (S. 110.) Beſſel in den Aſtron. Nachr. 1836 Nr. 301. S. 204—206. Struve im Recueil des Mém. de l'Acad.

de St. Pét. 1836 p. 140—143, und Aſtr. Nachr. 1836 Nr. 303, S. 238. „Für Dorpat ſtand der Stern in der Conjunction nur 2″,2 vom hellſten Punkt des Cometen ab. Der Stern blieb unausgeſetzt ſichtbar, und ward nicht merklich geſchwächt, während der Kern des Cometen vor dem Glanze des kleinern Sterns (9—10ter Größe) zu verlöſchen ſchien.“

[21] (S. 111.) Die erſten Verſuche Arago's, die Polariſation auf den Cometen anzuwenden, geſchahen am 3 Julius 1819, am Abend der plötzlichen Erſcheinung des großen Cometen. Ich war auf der Sternwarte zugegen, und habe mich, wie Mathieu und der jetzt verſtorbene Aſtronom Bouvard, von der Ungleichartigkeit der Lichtſtärke im Polariſcop, wenn daſſelbe Cometenlicht empfing, überzeugt. Bei der Capella, welche dem Cometen nahe und in gleicher Höhe ſtand, waren die Bilder von gleicher Intenſität. Als der Halley'ſche Comet erſchien, im Jahr 1835, wurde der Apparat ſo abgeändert, daß er nach der von Arago entdeckten chromatiſchen Polariſation zwei Bilder von Complementar-Farben (grün und roth) gab. Annales de Chimie T. XIII. p. 108. Annuaire 1832 p. 216. »On doit conclure«, ſagt Arago, »de l'ensemble de ces observations que la lumière de la comète n'était pas en totalité composée de rayons doués des propriétés de la lumière directe, propre ou assimilée: il s'y trouvait de la lumière réfléchie spéculairement ou polarisée, c'est-à-dire venant du soleil. On ne peut assurer d'une manière absolue que les comètes brillent seulement d'un éclat d'emprunt. En effet en devenant lumineux par eux-mêmes, les corps ne perdent pas pour cela la faculté de réfléchir des lumières étrangères.«

[22] (S. 112.) Arago im Ann. 1832 p. 217—220. Sir John Herſchel, Astron. §. 488.

[23] (S. 113.) Encke in den Aſtr. Nachr. 1843 Nr. 489. S. 130—132.

[24] (S. 114.) Laplace, Exp. du Syst. du Monde p. 216 und 237.

[25] (S. 114.) Littrow, Beſchreibende Aſtr. 1835 S. 274. Ueber den neuerlichſt von Herrn Faye auf der Pariſer Sternwarte entdeckten inneren Cometen, deſſen Excentricität 0,551, periheliſche Diſtanz 1,690 und apheliſche Diſtanz 5,832 ſind, ſ. Schum.

Aſtron. Nachr. 1844 Nr. 495. (Ueber die vermuthete Identität des Cometen von 1766 mit dem dritten Cometen von 1819 ſ. Aſtr. Nachr. 1833 Nr. 239; über die Identität des Cometen von 1743 und des vierten Cometen von 1819 ſ. ebendaſ. Nr. 237.)

[26] (S. 116.) Laugier in den Comptes rendus des Séances de l'Acad. 1843 T. XVI. p. 1006.

[27] (S. 119.) Fries, Vorleſungen über die Sternkunde 1833 S. 262—267. Ein nicht glücklicher Beweis von der Exiſtenz heilbringender Cometen findet ſich in Seneca, Nat. Quaest. VII, 17 und 21; der Philoſoph ſpricht von dem Cometen, quem nos Neronis principatu lætissimo vidimus et qui cometis detraxit infamiam.

[28] (S. 121.) Einer meiner Freunde, der an genaue trigonometriſche Meſſungen gewöhnt war, ſah in Popayan, einer Stadt, die in 2° 26′ nördlicher Breite und in 5520 Fuß Höhe über dem Meere liegt, in der Mittagsſtunde, bei hellem Sonnenſchein und wolkenloſem Himmel, im Jahr 1788, ſein ganzes Zimmer durch eine Feuerkugel erleuchtet. Er ſtand mit dem Rücken gegen das Fenſter, und als er ſich umdrehte, war noch ein großer Theil der von der Feuerkugel durchlaufenen Bahn vom hellſten Glanze. — Ich würde mich gern in dem Naturgemälde, ſtatt des widrigen Ausdruckes Sternſchnuppe, der ebenfalls ächt deutſchen Wörter Sternſchuß oder Sternfall (ſchwed. stjernfall, engl. star-shoot, ital. stella cadente) bedient haben, wenn ich es mir nicht in allen meinen Schriften zum Geſetz gemacht hätte, da, wo etwas Beſtimmtes und allgemein Bekanntes zu bezeichnen iſt, das Ungewöhnlichere zu vermeiden. Nach der rohen Volksphyſik ſchneuzen und putzen ſich die Himmelslichter. In der Waldgegend des Orinoco, an den einſamen Ufern des Caſſiquiare, vernahm ich aus dem Munde der Eingebornen in der Miſſion Vaſiva (Relation historique du Voy. aux Régions équinox. T. II. p. 513) noch unangenehmere Benennungen. Sternſchnuppen wurden von ihnen Harn der Sterne, und der Thau, welcher perlartig die ſchönen Blätter der Heliconien bedeckte, Speichel der Sterne genannt. Edeler und erfreulicher offenbart ſich die ſymboliſirende Einbildungskraft in dem litthauiſchen Mythus von dem Weſen und der Bedeutung der Sternſchnuppen. „Die Spinnerin, werpeja, beginnt den Schickſalsfaden des neugeborenen Kindes am

Himmel zu spinnen, und jeder dieser Fäden endet in einen Stern. Naht nun der Tod des Menschen, so reißt sein Faden, und der Stern fällt erbleichend zur Erde nieder." Jacob Grimm, Deutsche Mythologie 1843 S. 685.

[29] (S. 121.) Nach dem Berichte von Denison Olmsted, Prof. an Yale College zu New-Haven (Connecticut). S. Poggend. Annalen der Physik Bd. XXX. S. 194. Kepler, der „Feuerkugeln und Sternschnuppen aus der Astronomie verbannt, weil es nach ihm Meteore sind, die, aus den Ausdünstungen der Erde entstanden, sich dem hohen Aether beimischen", drückt sich im ganzen sehr vorsichtig über sie aus. Stellæ cadentes, sagt er, sunt materia viscida inflammata. Earum aliquae inter cadendum absumuntur, aliquæ verè in terram cadunt, pondere suo tractæ. Nec est dissimile vero, quasdam conglobatas esse ex materia fœculentâ, in ipsam auram ætheream immixta; exque aetheris regione, tractu rectilineo, per aerem trajicere, ceu minutos cometas, occultâ causa motus utrorumque. Kepler, Epit. Astron. Copernicanae T. I. p. 80.

[30] (S. 122.) Relation historique T. I. p. 80, 213 und 527. Wenn man in den Sternschnuppen, wie in den Cometen, Kopf (Kern) und Schweif unterscheidet, so erkennt man an dem längeren und stärkeren Glanze des Schweifes die größere Durchsichtigkeit der Atmosphäre in der Tropenregion. Die Erscheinung braucht darum noch nicht häufiger zu sein, weil sie uns leichter sichtbar wird und sichtbar bleibt. Die Einwirkung der Beschaffenheit des Dunstkreises zeigt sich bei Sternschnuppen bisweilen auch in unserer gemäßigten Zone in sehr kleinen Entfernungen. Wartmann berichtet, daß in einem November-Phänomen an zwei einander ganz nahe gelegenen Orten, zu Genf und aur Planchettes, der Unterschied der gezählten Meteore wie 1 : 7 war (Wartmann, Mém. sur les étoiles filantes p. 17). Der Schweif der Sternschnuppen, über den Brandes so viele genaue und feine Beobachtungen angestellt hat, ist keineswegs der Fortdauer des Lichtreizes auf der Netzhaut zuzuschreiben. Seine Sichtbarkeit dauert bisweilen eine ganze Minute, in seltenen Fällen länger als das Licht des Kernes der Sternschnuppe; die leuchtende Bahn steht dann meist unbeweglich (Gilb. Ann. Bd. XIV. S. 251). Auch dieser Umstand bezeugt die Analogie zwischen großen Sternschnuppen

und Feuerkugeln. Der Admiral Kruſenſtern ſah auf ſeiner Reiſe um die Welt den Schweif einer längſt verſchwundenen Feuerkugel eine Stunde lang leuchten und ſich überaus wenig fortbewegen (Reiſe Th. I. S. 58). Sir Alexander Burnes giebt eine reizende Beſchreibung von der Durchſichtigkeit der trocknen, die Liebe zur Aſtronomie einſt ſo begünſtigenden Atmoſphäre von Bokhara, das 1200 Fuß über der Meeresfläche und in 39° 43′ Breite liegt: »There is a constant serenity in its atmosphere and an admirable clearness in the sky. At night, the stars have uncommon lustre, and the milky way shines gloriously in the firmament. There is also a neverceasing display of the most brilliant meteors, which dart like rockets in the sky: ten or twelve of them are sometimes seen in an hour, assuming every colour; fiery, red, blue, pale and faint. It is a noble country for astronomical science, and great must have been the advantage, enjoyed by the famed observatory of Samarkand.« Burnes, Travels into Bokhara Vol. II. (1834) p. 158. Man darf einem einzelnen Reiſenden nicht vorwerfen, daß er viel Sternſchnuppen ſchon 10—12 in der Stunde nennt; erſt durch ſorgfältige auf denſelben Gegenſtand gerichtete Beobachtungen iſt in Europa aufgefunden worden, daß man für den Geſichtskreis einer Perſon 8 Meteore als Mittelzahl der Stunde zu rechnen habe (Quetelet, Corresp. mathém. Nov. 1837 p. 447), während ſelbſt der ſo fleißig beobachtende Olbers (Schum. Jahrb. 1838 S 325) dieſe Annahme auf 5—6 beſchränkte.

[31] (S. 123.) Ueber Meteorſtaub ſ. Arago im Annuaire pour 1832 p. 254. Ich habe ganz neuerlichſt an einem anderen Orte (Asie centrale T. I. p. 408) zu zeigen geſucht, wie die ſcythiſche Sage vom heiligen Gold, das glühend vom Himmel fiel und der Beſitz der goldenen Horde der Paralaten blieb (Herod. IV, 5—7), wahrſcheinlich aus der dunkeln Erinnerung eines Aërolithenfalles entſtanden iſt. Die Alten fabelten auch (Dio Cassius LXXV, 1259) ſonderbar von Silber, das vom Himmel fiel und mit dem man bronzene Münzen zu überziehen verſuchte, unter dem Kaiſer Severus; doch wurde das metalliſche Eiſen in den Meteorſteinen (Plin. II, 56) erkannt. Der oft vorkommende Ausdruck lapidibus pluit darf übrigens nicht immer auf Aërolithenfälle gedeutet werden. In Liv. XXV, 7 bezieht er ſich

wohl auf Auswürflinge (Bimsſtein, rapilli) des nicht ganz erloſchenen Vulkans Mons Albanus, Monte Cavo; ſ. Heyne, Opuscula acad. T. III. p. 261 und meine Relat. hist. T. I. p. 394. In einen anderen Ideenkreis gehört der Kampf des Hercules gegen die Ligyer, auf dem Wege vom Kaukaſus zu den Hesperiden; es iſt ein Verſuch, den Urſprung der runden Quarzgeſchiebe im ligyſchen Steinfelde an der Mündung des Rhodanus, den Ariſtoteles einem Spalten-Auswurf bei einem Erdbeben, Poſidonius einem wellenſchlagenden Binnenwaſſer zuſchreiben, mythiſch zu erklären. In den Aeſchyleiſchen Fragmenten des gelöſten Prometheus geht aber alles wie in einem Aërolithenfalle vor: Jupiter zieht ein Gewölk zuſammen und läßt „mit runder Steine Regenguß das Land umher bedecken". Schon Poſidonius hat ſich erlaubt, die geognoſtiſche Mythe von Geſchieben und Blöcken zu beſpötteln. Das ligyſche Steinfeld iſt übrigens bei den Alten naturgetreu beſchrieben. Die Gegend heißt jetzt La Crau. S. Guérin, Mesures barométriques dans les Alpes et Météorologie d'Avignon 1829 chap. XII. p. 115.

[82] (S. 123.) Das ſpecifiſche Gewicht der Aërolithen ſchwankt zwiſchen 1,9 (Alais) und 4,3 (Tabor). Die gewöhnlichere Dichte iſt 3, das Waſſer zu 1 geſetzt. Was die in dem Texte angegebenen wirklichen Durchmeſſer der Feuerkugeln betrifft, ſo beziehen ſich die Zahlen auf die wenigen einigermaßen ſicheren Meſſungen, welche man ſammeln kann. Dieſe Meſſungen geben für die Feuerkugel von Weſton (Connecticut 14 Dec. 1807) nur 500, für die von Le Roi beobachtete (10 Jul. 1771) etwa 1000, für die von Sir Charles Blagden geſchätzte (18 Jan. 1783) an 2600 Fuß im Durchmeſſer. Brandes (Unterhaltungen Bd. I. S. 42) giebt den Sternſchnuppen 80—120 Fuß, mit leuchtenden Schweifen von 3—4 Meilen Länge. Es fehlt aber nicht an optiſchen Gründen, welche es wahrſcheinlich machen, daß die ſcheinbaren Durchmeſſer der Feuerkugeln und Sternſchnuppen ſehr überſchätzt worden ſind. Mit dem Volum der Ceres (ſollte man auch dieſem Planeten nur „70 engliſche Meilen Durchmeſſer" geben wollen) iſt das Volum der Feuerkugeln wohl nicht zu vergleichen. S. die, ſonſt immer ſo genaue und vortreffliche Schrift: On the Connexion of the Physical Sciences 1835 p. 411. — Ich gebe hier zur Erläuterung deſſen, was S. 124 über den großen, noch nicht wieder aufgefun-

denen Aërolithen im Flußbette bei Narni geſagt iſt, die von Pertz bekannt gemachte Stelle aus dem Chronicon Benedicti, monachi Sancti Andreæ in Monte Soracte, einem Documente, das in das zehnte Jahrhundert gehört und in der Bibliothek Chigi zu Rom aufbewahrt wird. Die barbariſche Schreibart der Zeit bleibt unverändert. »Anno — 921 — temporibus domini Johannis Decimi pape, in anno pontificatus illius 7. visa sunt signa. Nam iuxta urbem Romam lapides plurimi de cœlo cadere visi sunt. In civitate quæ vocatur Narnia tam diri ac tetri, ut nihil aliud credatur, quam de infernalibus locis deducti essent. Nam ita ex illis lapidibus unus omnium maximus est, ut decidens in flumen Narnus, ad mensuram unius cubiti super aquas fluminis usque hodie videretur. Nam et ignitæ faculæ de cœlo plurimæ omnibus in hac civitate Romani populi visæ sunt, ita ut pene terra contingeret. Aliæ cadentes etc.« (Pertz, Monum. Germ. hist. Scriptores. T. III. p. 715.) Ueber den Aërolithen bei Aegos Potamoi, deſſen Fall die Pariſche Chronik in Ol. 78,1 ſetzt (Böckh, Corp. Inscr. græc. T. II. p. 302, 320 und 340), vergl. Ariſtot. Meteor. I, 7 (Ideler, Comm. T. I. p. 404—407); Stob. Ecl. phys. I, 25 p. 508, Heeren; Plut. Lys. c. 12; Diog. Laert. II, 10. S. auch unten die Noten 39, 57, 58 und 59.) Nach einer mongoliſchen Volksſage ſoll nahe an den Quellen des gelben Fluſſes im weſtlichen China in einer Ebene ein 40 Fuß hohes ſchwarzes Felsſtück vom Himmel gefallen ſein. Abel-Rémuſat in Laméthérie, Journ. de Phys. 1819 mai p. 264.

[83] (S. 125.) Biot, Traité d'Astronomie physique (3me éd.) 1841 T. I. p. 149, 177, 238 und 312. Mein verewigter Freund Poiſſon ſuchte die Schwierigkeit einer Annahme der Selbſtentzündung der Meteorſteine in einer Höhe, wo die Dichtigkeit der Atmoſphäre faſt null iſt, auf eine eigene Weiſe zu löſen. »A une distance de la terre où la densité de l'atmosphère est tout-à-fait insensible, il serait difficile d'attribuer, comme on le fait, l'incandescence des aërolithes à un frottement contre les molécules de l'air. Ne pourrait-on pas supposer que le fluide électrique à l'état neutre forme une sorte d'atmosphère, qui s'étend beaucoup au-delà de la masse d'air; qui est soumise à l'attraction de la terre, quoique physiquement impondérable; et qui suit, en conséquence, notre globe dans ses mouvements? Dans cette

hypothèse, les corps dont il s'agit, en entrant dans cette atmosphère impondérable, décomposeraient le fluide neutre, par leur action inégale sur les deux électricités, et ce serait en s'électrisant qu'ils s'échaufferaient et deviendraient incandescents.« (Poiſſon, Rech. sur la Probabilité des jugements 1837 p. VI.)

[34] (S. 125.) Philos. Transact. Vol. XXIX. p. 161—163.

[35] (S. 125.) Die erſte Ausgabe von Chladni's wichtiger Schrift: Ueber den Urſprung der von Pallas gefundenen und anderen Eiſenmaſſen erſchien zwei Monate vor dem Steinregen in Siena und zwei Jahre früher als Lichtenberg's Behauptung im Göttinger Taſchenbuche: „daß Steine aus dem allgemeinen Weltraume in unſere Atmoſphäre gelangen". Vergl. auch Olbers Brief an Benzenberg vom 18 Nov. 1837 in des Letzteren Schrift von den Sternſchnuppen S. 186.

[36] (S. 126.) Encke in Poggend. Annalen Bd. XXXIII. (1834) S. 213. Arago im Ann. pour 1836 p. 291. Zwei Briefe von mir an Benzenberg vom 19 Mai und 22 Oct. 1837 über das muthmaßliche Fortrücken der Knoten in der Bahn periodiſcher Sternſchnuppenſtröme (Benzenberg, Sternſchn. S. 207 und 209). Auch Olbers hat ſich ſpäter dieſer Meinung von der allmäligen Verſpätung des November-Phänomens angeſchloſſen (Aſtron. Nachr. 1838 Nr. 372. S. 180). Wenn ich zwei von den Arabern aufgezeichnete Sternſchnuppenfälle mit der von Boguslawski aufgefundenen Epoche des vierzehnten Jahrhunderts verbinden darf, ſo ergeben ſich mir folgende, mehr oder minder übereinſtimmende Elemente der Knotenbewegung:

Im October 902 in der Todesnacht des Königs Ibrahim ben Ahmed ein großer Sternſchnuppenfall, „einem feurigen Regen gleich" Das Jahr ward deshalb das Jahr der Sterne genannt. (Conde, Hist. de la domin. de los Arabes p. 346.)

Am 19 Oct. 1202 ſchwankten die Sterne die ganze Nacht hindurch. „Sie fielen wie Heuſchrecken". (Comptes rendus 1837 T. I. p. 294, und Fraehn im Bull. de l'Acad. de St. Petersbourg T. III. p. 308.)

Am 21 Oct. a. St. 1366, die sequente post festum XI millia Virginum ab hora matutina usque ad horam primam visæ sunt quasi stellæ de cælo cadere continuo, et in tanta multi-

tudine, quod nemo narrare sufficit. Diese merkwürdige Notiz, von der noch weiter unten im Texte die Rede sein wird, hat Herr von Boguslawski der Sohn in Benesse's (de Horowic) de Weitmil oder Weithmül Chronicon Ecclesiae Pragensis p. 389 aufgefunden. Die Chronik steht auch im zweiten Theile der Scriptores rerum Bohemicarum von Pelzel und Dobrowsky 1784 (Schum. Astr. Nachr. Dec. 1839).

Nacht vom 9—10 Nov. 1787, viele Sternschnuppen von Hemmer im südlichen Deutschlande, besonders in Manheim, beobachtet. (Kämtz, Meteor. Th. III. S. 237.)

Nach Mitternacht am 12 Nov. 1799 der ungeheure Sternschnuppenfall in Cumana, den Bouplaud und ich beschrieben haben und der in einem großen Theil der Erde beobachtet worden ist. (Relat. hist. T. I. p. 519—527.)

Vom 12—13 Nov. 1822 wurden Sternschnuppen mit Feuerkugeln gemengt in großer Zahl von Klöden in Potsdam gesehen. (Gilbert's Ann. Bd. LXXII. S. 219.)

13 Nov. 1831 um 4 Uhr Morgens ein großer Sternschnuppenfall gesehen vom Cap. Bérard an der spanischen Küste bei Cartagena del Levante. (Annuaire 1836 p. 297.)

In der Nacht vom 12—13 Nov. 1833 das denkwürdige von Denison Olmsted in Nordamerika so vortrefflich beschriebene Phänomen.

In der Nacht vom 13—14 Nov. 1834 derselbe Schwarm, aber von etwas geringerer Stärke, in Nordamerika (Poggend. Ann. Bd. XXXIV. S. 129.)

Am 13 Nov. 1835 wurde von einer sporadisch gefallenen Feuerkugel bei Belley, im Depart. de l'Ain, eine Scheune entzündet. (Annuaire 1836 p. 296.)

Im Jahr 1838 zeigte der Strom sich auf das bestimmteste in der Nacht vom 13 zum 14 Nov. (Astron. Nachr. 1838 Nr. 372.)

[37] (S. 127.) Es ist mir nicht unbekannt, daß von den 62 in Schlesien im Jahr 1823 auf Veranlassung des Prof. Brandes gleichzeitig beobachteten Sternschnuppen einige eine Höhe von $45^{7}/_{10}$, von 60, ja von 100 Meilen zu erreichen schienen (Brandes, Unterhaltungen für Freunde der Astronomie und Physik Heft I. S. 48); aber Olbers hält wegen Kleinheit der Parallaxen alle Bestimmungen über 30 Meilen Höhe für zweifelhaft.

[38] (S. 127.) Die planetarische Translations-Geschwindigkeit, das Fortrücken in der Bahn, ist bei Merkur 6,6; bei Venus 4,8; bei der Erde 4,1 Meilen in der Secunde.

[39] (S. 128.) Chladni hat aufgefunden, daß ein italiänischer Physiker, Paolo Maria Terzago, 1660, bei Gelegenheit eines Aërolithenfalles zu Mailand, in dem ein Franciscaner-Mönch getödtet wurde, zuerst von der Möglichkeit gesprochen habe, daß die Aërolithen Mondsteine sein könnten. Labant philosophorum mentes, sagt er in seiner Schrift (Musaeum Septalianum, Manfredi Septalae, Patricii Mediolanensis, industrioso labore constructum, Tortora 1664 p. 44), sub horum lapidum ponderibus; ni dicere velimus, lunam terram alteram, sive mundum esse, ex cujus montibus divisa frusta in inferiorem nostrum hunc orbem delabantur. Ohne von dieser Vermuthung etwas zu wissen, wurde Olbers im Jahr 1795 nach dem berühmten Steinfall von Siena (16 Jun. 1794) auf die Untersuchung geleitet, wie groß die anfängliche Wurfkraft sein müsse, wenn vom Monde ausgeworfene Massen bis zur Erde gelangen sollten. Ein solches ballistisches Problem beschäftigte zehn bis zwölf Jahre lang die Geometer Laplace, Biot, Brandes und Poisson. Die damals noch sehr verbreitete, jetzt aufgegebene Meinung von thätigen Vulkanen im luft- und wasserleeren Monde begünstigte im Publikum die Verwechselung von dem, was mathematisch möglich und physikalisch wahrscheinlich, d. h. anderen Hypothesen vorzuziehen sei. Olbers, Brandes und Chladni glaubten „in der relativen Geschwindigkeit von 4 bis 8 Meilen, mit welcher Feuerkugeln und Sternschnuppen in unsere Atmosphäre kommen", die Widerlegung ihres selenitischen Ursprungs zu finden. Um die Erde zu erreichen, würde nach Olbers, ohne den Widerstand der Luft in Anschlag zu bringen, eine anfängliche Geschwindigkeit von 7780 Fuß in der Secunde (nach Laplace 7377 F., nach Biot 7771 F., nach Poisson 7123 F.) hinlänglich sein. Laplace nennt diese Anfangs-Geschwindigkeit nur 5 bis 6mal größer als diejenige, welche die Kraft unserer Geschütze hervorbringt; aber Olbers hat gezeigt, „daß bei einer solchen anfänglichen Geschwindigkeit von 7500 bis 8000 Fuß in der Secunde die Meteorsteine nur mit der Geschwindigkeit von 35000 Fuß (1,53 geogr. Meilen) an die Oberfläche unserer Erde gelangen würden. Da nun die gemessene Geschwin-

digkeit der Meteorſteine im Mittel von 5 geographiſchen Meilen, über 114000 Fuß, in der Secunde iſt, ſo müßte die urſprüngliche Wurfgeſchwindigkeit im Monde von faſt 110000 Fuß, alſo 14mal größer ſein, als ſie Laplace annimmt." (Olbers in Schum. Jahrb. 1837 S. 52—58 und in Gehler's Neuem phyſik. Wörterbuche Bd. VI. Abth. 3. S. 2129 – 2136.) Der Mangel des Widerſtandes der Luft würde allerdings, wenn vulkaniſche Kräfte noch jetzt als thätig angenommen werden dürften, der Wurfkraft von Mondvulkanen einen Vorzug vor der Wurfkraft der Erdvulkane geben; aber auch über das Maaß der Kräfte der letzteren fehlt es an allen ſicheren Beobachtungen. Es iſt ſogar wahrſcheinlich, daß dieß Maaß ſehr überſchätzt wird. Ein ſehr genauer und meſſender Beobachter der Aetna-Phänomene, Dr. Peters, hat die größte Geſchwindigkeit der aus dem Krater ausgeworfenen Steine nur 1250 Fuß in der Secunde gefunden. Beobachtungen am Pic von Teneriffa 1798 gaben 3000 Fuß. Wenn Laplace auch am Ende ſeines Werkes (Expos. du Syst. du Monde, éd. de 1824 p. 399) von den Aërolithen ſehr vorſichtig ſagt: »que selon toutes les vraisemblances elles viennent des profondeurs de l'espace céleste«; ſo ſieht man doch an einer andern Stelle (chap. VI. p. 233), daß er, wahrſcheinlich mit der ungeheuren planetariſchen Geſchwindigkeit der Meteorſteine unbekannt, ſich zu der ſelenitiſchen Hypotheſe mit einiger Vorliebe hinneigte, aber immer vorausſetzte, daß die vom Monde ausgeworfenen Steine »deviennent des satellites de la terre, décrivant autour d'elle une orbite plus ou moins allongée, de sorte qu'ils n'atteignent l'atmosphère de la terre qu'après plusieurs et même un très-grand nombre de révolutions«. So wie ein Italiäner in Tortona den Einfall hatte, die Aërolithen kämen aus dem Monde, ſo hatten griechiſche Phyſiker auch den Einfall gehabt, ſie kämen aus der Sonne. Einer ſolchen Meinung erwähnt Diogenes Laertius II, 9 von dem Urſprunge der bei Aegos Potamoi niedergefallenen Maſſe (ſ. oben Note 32). Der alles regiſtrirende Plinius (II, 58) wiederholt die Meinung, und beſpöttelt ſie um ſo lieber, weil er, mit Früheren (Diog. Laert. II, 3 und 5 p. 99, Hübner), den Anaxagoras beſchuldigt, den Aërolithenfall aus der Sonne vorhergeſagt zu haben: »celebrant Græci Anaxagoram Clazomenium Olympiadis septuagesimæ octavæ secundo

anno prædixisse cælestium litterarum scientia, quibus diebus saxum casurum esse e sole, idque factum interdiu in Thraciæ parte ad Aegos flumen. — Quod si quis prædictum credat, simul fateatur necesse est, majoris miraculi divinitatem Anaxagoræ fuisse, solvique rerum naturæ intellectum, et confundi omnia, si aut ipse Sol lapis esse aut unquam lapidem in eo fuisse credatur; decidere tamen crebro non erit dubitum.« Auch den Fall des Steines von mäßiger Größe, der im Gymnaſium zu Abydus aufbewahrt wird, ſoll Anaragoras prophezeit haben. Aërolithenfälle bei hellem Sonnenſchein und wenn die Mondſcheibe nicht ſichtbar war, haben wahrſcheinlich auf die Idee der Sonnenſteine geführt. Auch war, nach einem der phyſiſchen Dogmen des Anaragoras, die ihn (wie zu unſerer Zeit die Geologen) theologiſchen Verfolgungen ausſetzten, die Sonne „eine geſchmolzene feurige Maſſe" (μύδρος διάπυρος). Im Phaëton des Euripides wurde nach denſelben Anſichten des Klazomeniers die Sonne ebenfalls eine „goldene Scholle" genannt, d. h. eine feuerfarbene, hellleuchtende Materie, woraus man aber nicht auf Aërolithen als goldene Sonnenſteine (ſ. oben Note 31) ſchließen muß. Vergl. Valckenaer, Diatribe in Eurip. perd. dram. Reliquias 1767 p. 30. Diog. Laert. II, 10. — Wir finden demnach bei den griechiſchen Phyſikern vier Hypotheſen: einen telluriſchen Urſprung der Sternſchnuppen von aufſteigenden Dünſten; Steinmaſſen von Orkanen gehoben, bei Ariſtoteles (Meteor. lib. I. cap. IV, 2—13 und cap. VII, 9); Urſprung aus der Sonne; Urſprung aus den Himmelsräumen als lange unſichtbar gebliebener Himmelskörper. Ueber dieſe letzte, mit der unſrigen ganz übereinſtimmende Meinung des Diogenes von Apollonia ſ. den Text S. 139 und die Note 58. Merkwürdig iſt es, daß man noch in Syrien, wie mich ein gelehrter Orientaliſt, mein perſiſcher Lehrer, Herr Andrea de Nerciat (jetzt in Smyrna), verſichert hat, nach einem alten Volksglauben, in ſehr hellen Mondnächten Steinfälle aus der Luft beſorgt. Die Alten waren dagegen ſehr aufmerkſam auf den Fall der Meteormaſſen bei Mondfinſterniſſen; ſ. Plin. XXXVII, 10 p. 164, Solinus c. 37, Salm. Exerc. p. 531, und die von Ukert geſammelten Stellen in Geogr. der Griechen und Römer Th. II, 1. S. 131 Note 14. Ueber die Unwahrſcheinlichkeit, daß die Meteormaſſen aus metallauflöſenden Gasarten entſtehen,

die nach Fuſinieri in den höchſten Schichten unſerer Atmoſphäre gelagert ſein ſollen und, vorher in ungeheure Räume zerſtreut, plötzlich zuſammengerinnen, wie über Penetration und Miſchbarkeit der Gasarten ſ. meine Relat. hist. T. I. p. 525.

[40] (S. 128.) Beſſel in Schum. Aſtr. Nachr. 1839 Nr. 380 und 381. S. 222 und 346. Am Schluſſe der Abhandlung findet ſich eine Zuſammenſtellung der Sonnenlängen mit den Epochen des November-Phänomens ſeit der erſten Beobachtung in Cumana von 1799.

[41] (S. 129.) Dr. Thomas Forſter (The pocket Encyclop. of Natural Phaenomena 1827 p. 17) berichtet, daß zu Cambridge im Chriſt Church College ein Manuſcript unter dem Titel Ephemerides rerum naturalium aufbewahrt wird, das man einem Mönche im vorigen Jahrhundert zuſchreibt. In dieſem Manuſcript ſind bei jedem Tage Naturerſcheinungen angedeutet: das erſte Blühen der Pflanzen, die Ankunft der Vögel u. ſ. f. Der 10 Auguſt iſt durch das Wort meteorodes bezeichnet. Dieſe Bezeichnung und die Tradition der feurigen Thränen des heil. Laurentius hatten Herrn Forſter beſonders veranlaßt, das Auguſt-Phänomen eifrigſt zu verfolgen. (Quetelet, Corresp. mathém. Série III. T. I. 1837 p. 433.)

[42] (S. 129.) Humb. Rel. hist. T. I. p. 519—527. Ellicot in den Transact. of the American Soc. 1804 Vol. VI. p. 29. Arago ſagt vom November-Phänomen: »Ainsi se confirme de plus en plus à nous l'existence d'une zone composée de millions de petits corps dont les orbites rencontrent le plan de l'écliptique vers le point que la terre va occuper tous les ans, du 11 au 13 novembre. C'est un nouveau monde planétaire qui commence à se révéler à nous.« (Annuaire 1836 p. 296.)

[43] (S. 130.) Vergl. Muſchenbroek, Introd. ad Phil. Nat. 1762 T. II. p. 1061. Howard, Climate of London Vol. II. p. 23, Beobachtungen vom Jahr 1806, alſo 7 Jahre nach den früheſten Beobachtungen von Brandes (Benzenberg über Sternſchnuppen S. 240—244); Auguſt-Beobachtungen von Thomas Forſter ſ. in Quetelet a. a. O. S. 438—453; von Adolph Erman, Boguslawski und Kreil in Schum.

Jahrb. 1838 S. 317—330. Ueber den Anfangspunkt im Perseus am 10 Aug. 1839 s. die genauen Messungen von Bessel und Erman (Schum. Astr. Nachr. Nr. 385 u. 428); aber am 10 Aug. 1837 scheint die Bahn nicht rückläufig gewesen zu sein; s. Arago in Comptes rendus 1837 T. II. p. 183.

" (S. 130.) Am 25 April 1095 „sahen unzählbare Augen in Frankreich die Sterne so dicht wie Hagel vom Himmel fallen" (ut grando, nisi lucerent, pro densitate putaretur; Baldr. p. 88); und dieses Ereigniß wurde schon vor dem Concilium von Clermont als eine Vorbedeutung der großen Bewegung in der Christenheit betrachtet (Wilken, Gesch. der Kreuzzüge Bd. I. S. 75). Am 22 April 1800 ward ein großer Sternschnuppenfall in Virginien und Massachusetts gesehen; es war „ein Raketenfeuer, das zwei Stunden dauerte". Arago hat zuerst auf diese traînée d'astéroïdes als eine wiederkehrende aufmerksam gemacht (Annuaire 1836 p. 297). Merkwürdig sind auch die Aërolithenfälle im Anfang des Monats December. Für ihre periodische Wiederkehr als Meteorstrom sprechen die alte Beobachtung von Brandes in der Nacht vom 6—7 December 1798 (wo er 2000 Sternschnuppen zählte) und vielleicht der ungeheure Aërolithenfall vom 11 December 1836 in Brasilien am Rio Assu bei dem Dorfe Macao (Brandes, Unterhalt. für Freunde der Physik 1825 Heft 1. S. 65, und Comptes rendus T. V. p. 211). Capocci hat von 1809—1839 zwölf wirkliche Aërolithenfälle zwischen dem 27—29 Nov., andere am 13 Nov., 10 August und 17 Juli aufgefunden (Comptes rendus T. XI. p. 357). Es ist auffallend, daß in dem Theil der Erdbahn, welcher den Monaten Januar und Februar, vielleicht auch März entspricht, bisher keine periodischen Sternschnuppen- oder Aërolithenströmungen bemerkt worden sind; doch habe ich in der Südsee den 15 März 1803 auffallend viel Sternschnuppen beobachtet, wie auch ein Schwarm derselben in der Stadt Quito kurz vor dem ungeheuren Erdbeben von Riobamba (4 Februar 1797) gesehen ward. Besondere Aufmerksamkeit verdienen demnach bisher die Epochen:

22—25 April,
17 Julius (17—26 Jul.?) (Quet. Corr. 1837 p. 435),
10 August,
12—14 November,

27—29 November,
6—12 December.

Die Frequenz dieser Strömungen darf, so groß auch die Verschiedenheit ist zwischen isolirten Cometen und mit Asteroiden gefüllten Ringen, nicht in Erstaunen setzen, wenn man der Raumerfüllung des Universums durch Myriaden von Cometen gedenkt.

[45] (S. 131.) Ferd. v. Wrangel, Reise längs der Nordküste von Sibirien in den Jahren 1820—1824 Th. II. S. 259. — Ueber die 34jährige Wiederkehr des dichteren Schwarms der November-Strömung s. Olbers im Jahrb. 1837 S. 280. — Man hat mir in Cumana gesagt, daß kurz vor dem furchtbaren Erdbeben von 1766, also wieder 33 Jahre vor dem Sternschnuppenfall vom 11—12 Nov. 1799, ein eben solches Feuerwerk am Himmel gesehen worden sei. Aber das Erdbeben war nicht im Anfang des November, sondern bereits am 21 October 1766. Möchten doch auch Reisende in Quito den Tag ergründen können, an welchem dort der Vulkan von Cayambe eine Stunde lang wie in Sternschnuppen eingehüllt erschien, so daß man den Himmel durch Processionen besänftigen wollte! (Relat. hist. T. I. chap. IV. p. 307, chap. X. p. 520 und 527.)

[46] (S. 132.) Aus einem Briefe an mich vom 24 Jan. 1838. Der ungeheure Sternschnuppenschwarm vom Nov. 1799 wurde fast nur in Amerika, von Neu-Herrnhut in Grönland bis zum Aequator, gesehen. Der Schwarm von 1831 und 1832 war nur in Europa, der von 1833 und 1834 nur in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika sichtbar.

[47] (S. 133.) Lettre de Mr. Edouard Biot à Mr. Quetelet sur les anciennes apparitions d'étoiles filantes en Chine im Bull. de l'Acad. de Bruxelles 1843 T. X. No. 7. p. 8. Ueber die Notiz aus dem Chronicon Ecclesiae Pragensis s. Boguslawski den Sohn in Poggend. Annalen Bd. XLVIII. S. 612. Zu Note 12 ist hinzuzufügen, daß die Bahnen von 4 Cometen (568, 574, 1337 und 1385) ebenfalls nach alleinigen chinesischen Beobachtungen berechnet worden sind. S. John Russell Hind in Schum. Astr. Nachr. 1844 Nr. 498.

[48] (S. 133.) Il paraît qu'un nombre, qui semble inépuisable, de corps trop petits pour être observés, se meuvent dans

le ciel, soit autour du soleil, soit autour des planètes, soit peut-être même autour des satellites. On suppose que quand ces corps sont rencontrés par notre atmosphère, la différence entre leur vitesse et celle de notre planète est assez grand pour que le frottement qu'ils éprouvent contre l'air, les échauffe au point de les rendre incandescents, et quelquefois de les faire éclater. — Si le groupe des étoiles filantes forme un anneau continu autour du soleil, sa vitesse de circulation pourra être très-différente de celle de la terre; et ses déplacements dans le ciel, par suite des actions planétaires, pourront encore rendre possible ou impossible, à différentes époques, le phénomène de la rencontre dans le plan de l'écliptique.« Poiſſon, Recherches sur la probabilité des jugements p. 306—307.

[49] (S. 134.) Humboldt, Essai politique sur la Nouv. Espagne (2. édit.) T. III. p. 310.

[50] (S. 134.) Schon Plinius (II, 56 und 58) war auf die Farbe der Rinde aufmerkſam: colore adusto; auch das lateribus pluisse deutet auf das gebrannte äußere Anſehen der Aërolithen.

[51] (S. 134.) Humb. Rel. hist. T. II. chap. XX. p. 299—302.

[52] (S. 136.) Guſtav Roſe, Reiſe nach dem Ural Bd. II. S. 202.

[53] (S. 136.) Derſelbe in Poggend. Ann. 1825 Bd. IV. S. 173—192. Rammelsberg, Erſtes Suppl. zum chem. Handwörterbuche der Mineralogie 1843 S. 102. „Es iſt", ſagt der ſcharfſinnige Olbers, „eine denkwürdige und noch unbeachtete Thatſache, daß man nie foſſile Meteorſteine, wie foſſile Muſcheln, in Secundär- und Tertiärformationen gefunden hat. Sollte man daraus ſchließen können, daß vor der jetzigen letzten Ausbildung der Oberfläche unſerer Erde noch keine Meteorſteine auf dieſelbe herabgefallen ſind, da gegenwärtig nach Schreibers wahrſcheinlich in jedem Jahre an 700 Aërolithenfälle ſtatt finden?" (Olbers in Schum. Jahrb. 1838 S. 329.) Problematiſche nickelhaltige Maſſen von gediegenem Eiſen ſind in Nord-Aſien (Goldſeifenwerk von Petropawlowſk, 20 Meilen in SO. von Kusnezk) in 31 Fuß Tiefe, und neuerlichſt in den weſtlichen Karpathen (Gebirge Magura bei Szlanicz) gefunden worden. Beide ſind den Meteorſteinen ſehr ähnlich. Vergl. Erman, Archiv für wiſſenſchaftliche Kunde von Rußland Bd. I.

S. 315, und Haidinger's Bericht über die Szlaniczer Schürfe in Ungarn.

[54] (S. 136.) Berzelius, Jahresber. Bd. XV. S. 217 und 231. Rammelsberg, Handwörterb. Abth. II. S. 25—28.

[55] (S. 137.) »Sir Isaac said, he took all the planets to be composed of the same matter with this earth, viz. earth, water and stones, but variously concocted.« Turner, Collections for the hist. of Grantham, cont. authentic Memoirs of Sir Isaak Newton p. 172.

[56] (S. 138.) Adolph Erman in Poggend. Ann. 1839 Bd. XLVIII. S. 582—601. Früher hatte Biot schon Zweifel gegen die Wahrscheinlichkeit erregt (Comptes rendus 1836 T. II. p. 670), daß der November-Strom Anfangs Mai wieder erscheinen müsse. Mädler hat die mittlere Temperatur-Erniedrigung in den verrufenen drei Maitagen durch 86jährige Berliner Beobachtungen geprüft (Verhandl. des Vereins zur Beförd. des Gartenbaues 1834 S. 377), und in den Temperaturen vom 11—13 Mai einen Rückschritt von 1°,22 gerade zu einer Zeit gefunden, in welche fast die schnellste Vermehrung der Wärme fällt. Es wäre zu wünschen, daß das Phänomen dieser Temperatur-Erniedrigung, das man geneigt gewesen ist dem Schmelzen der Eismassen im Nordosten von Europa zuzuschreiben, an sehr entlegenen Punkten in Amerika oder in der südlichen Hemisphäre ermittelt würde. Vergl. Bull. de l'Acad. Imp. de St. Pétersbourg 1843 T. I. No. 4.

[57] (S. 138.) Plut. Vitae par. in Lysandro cap. 22. Die Erzählung des Damachos (Daïmachos), nach welcher 70 Tage lang ununterbrochen eine feurige Wolke am Himmel gesehen wurde, die Funken wie Sternschnuppen sprühte und endlich, sich senkend, den Stein von Aegos Potamoi, „welcher nur ein unbedeutender Theil der Wolke war", niederfallen ließ, ist sehr unwahrscheinlich, weil die Richtung und Geschwindigkeit der Feuerkugel so viele Tage lang der Erde hätte gleich bleiben müssen, was bei der von Halley (Transact. Vol. XXIX. p. 163) beschriebenen Feuerkugel vom 19 Juli 1686 doch nur Minuten dauerte. Ob übrigens Daïmachos, der Schriftsteller περὶ εὐσεβείας, Eine Person mit dem Daïmachos aus Platäa sei, der von Seleucus nach Indien an den Sohn des Androkottos geschickt wurde und den Strabo (p. 70, Casaub.) „einen Lügenredner" schimpft, bleibt ziemlich ungewiß. Man könnte es

nach einer andern Stelle des Plut. Compar. Solonis c. Pop. cap. 4. faſt glauben; auf jeden Fall haben wir hier nur die Erzählung eines ſehr ſpäten Schriftſtellers, der 1½ Jahrhunderte nach dem berühmten Aërolithenfall in Thracien ſchrieb und deſſen Wahrhaftigkeit Plutarch ebenfalls bezweifelt (vergl. oben Note 32).

[58] (S. 139.) Stob. ed. Heeren I, 25 p. 508. Plut. de plac. Philos. II, 13.

[59] (S. 139.) Die merkwürdige Stelle bei Plut. de plac. Philos. II, 13 heißt alſo: „Anaxagoras lehrt, daß der umgebende Aether feurig ſei der Subſtanz nach; und durch die Stärke des Umſchwunges reiße er Felsſtücke von der Erde ab, entzünde dieſelben und habe ſie zu Sternen gemacht.“ Einem ſolchen Umſchwunge (Centrifugalkraft) ſoll der Klazomenier, eine alte Fabel zu einem phyſiſchen Dogma benutzend, auch das Herabfallen des Nemäiſchen Löwen aus dem Monde in den Peloponnes zugeſchrieben haben (Aelian. XII, 7; Plut. de facie in orbe lunae c. 24; Schol. ex Cod. Paris. in Apoll. Argon. lib. I. p. 498 ed. Schaef. T. II. p. 40; Meineke, Annal. Alex. 1843 p. 85). Wir haben demnach hier ſtatt der Mondſteine ein Mondthier! Nach Böckh's ſcharfſinniger Bemerkung hat der alte Mythus des Nemäiſchen Mondlöwen einen aſtronomiſchen Urſprung und hängt ſymboliſch in der Chronologie mit den Schaltcyklen des Mondjahres, dem Mondcultus zu Nemea und den dortigen Feſtſpielen zuſammen.

[60] (S. 141.) Folgende denkwürdige Stelle, eine der vielen Kepler'ſchen Inſpirationen über Wärmeſtrahlung der Fixſterne, leiſes Verbrennen und Lebensproceſſe, findet ſich in den Paralipom. in Vitell. Astron. pars optica 1604 Propos. XXXII. p. 25: »Lucis proprium est calor, sydera omnia calefaciunt. De syderum luce claritatis ratio testatur, calorem universorum in minori esse proportione ad calorem unius solis, quam ut ab homine, cujus est certa caloris mensura, uterque simul percipi et judicari possit. De cincindularum lucula tenuissima negare non potes, quin cum calore sit. Vivunt enim et moventur, hoc autem non sine calefactione perficitur. Sed neque putrescentium lignorum lux suo calore destituitur; nam ipsa putredo quidam lentus ignis est. Inest et stirpibus suus calor.« (Vergl. Kepler, Epit. Astron. Copernicanae 1618 T. I. lib. I. p. 35.)

[61] (S. 144.) »There is another thing, which I recommend to the observation of mathematical men: which is, that in February, and for a little before, and a little after that month (as I have observed several years together) about 6 in the evening, when the Twilight hath almost deserted the horizon, you shal see a plainly discernable way of the Twilight striking up toward the Pleiades, and seeming almost to touch them. It is so observed any clear night, but it is best illac nocte. There is no such way to be observed at any other time of the year (that I can perceive), nor any other way at that time to be perceived darting up elsewhere. And I believe it hath been, and will be constantly visible at that time of the year. But what the cause of it in nature should be, I cannot yet imagine, but leave it to further enquiry.« Childrey, Britannia Baconica 1661 p. 183. Dies iſt die erſte Anſicht und einfache Beſchreibung der Erſcheinung (Caſſini, Découverte de la lumière céleste qui paroît dans le zodiaque in den Mém. de l'Acad. T. VIII. 1730 p. 276. Mairan, Traité phys. de l'Aurore boréale 1754 p. 16). In dem eben angeführten ſonderbaren Buche von Childrey finden ſich auch ſchon (p. 91) ſehr verſtändige Angaben über die Epoche des Eintretens der Maxima und Minima in der Vertheilung der Jahreswärme, wie in dem Gange der täglichen Temperatur; Angaben über Verſpätung der Extreme des Effects in den meteorologiſchen Proceſſen. Leider lehrt aber auch (p. 148) der baconiſch-philoſophirende Kaplan des Lord Henry Somerſet (wie Bernardin de St. Pierre), daß die Erde an den Polen zugeſpitzt ſei. Sie war urſprünglich, ſagt er, kugelrund, aber die ununterbrochen fortſchreitende Zunahme der Eisſchichten an beiden Polen verändert die Figur des Erdkörpers; und da das Eis ſich aus Waſſer bildet, nimmt die Waſſermenge überall ab.

[62] (S. 144.) Dominicus Caſſini (Mém. de l'Acad. T. VIII. 1730 p. 188) und Mairan (Aurore bor. p. 16) haben ſelbſt die Behauptung aufgeſtellt, daß das 1668 in Perſien geſehene Phänomen das Zodiacallicht geweſen ſei. Delambre (Hist. de l'Astron. moderne T. II. p. 742) ſchreibt die Entdeckung dieſes Lichtes beſtimmt dem berühmten Reiſenden Chardin zu; aber ſowohl im Couronnement de Soliman, als in mehreren Stellen ſeiner Reiſebeſchreibung (éd. de Langlès T. IV. p. 326, T. X. p. 97)

erwähnt Chardin als niazouk (nyzek) oder petite lance nur: »la grande et fameuse comète qui parut presque par toute la terre en 1668 et dont la tête étoit cachée dans l'occident de sorte qu'on ne pouvoit en rien apercevoir sur l'horizon d'Ispahan.« (Atlas du Voyage de Chardin Tab. IV., nach den Beobachtungen in Schiras.) Der Kopf oder Kern dieses Cometen ist aber in Brasilien und in Indien gesehen worden (Pingré, Cométogr. T. II. p. 22). Ueber die Vermuthung der Identität des letzten großen Cometen vom März 1843 mit dem, welchen Cassini für das Zodiacallicht hielt, s. Schum. Astr. Nachr. 1843 Nr. 476 und 480. Im Persischen werden nizhi âteschin (feurige Spieße oder Lanzen) auch für die Strahlen der auf- oder untergehenden Sonne gebraucht, wie nayâzik nach Freytag's arabischem Lexicon stellae cadentes bedeutet. Die Vergleichung der Cometen mit Lanzen und Schwertern war übrigens besonders dem Mittelalter in allen Sprachen sehr gewöhnlich. Selbst der große Comet, welcher vom April bis Junius 1500 gesehen wurde, heißt bei den italiänischen Schriftstellern der Zeit immer il Signor Astone (s. mein Examen critique de l'Hist. de la Géographie T. V. p. 80). — Die vielfach geäußerten Vermuthungen, daß Descartes (Cassini p. 230, Mairan p. 16) oder gar Kepler (Delambre T. I. p. 601) das Zodiacallicht gekannt hätten, scheinen mir ganz unhaltbar. Descartes (Principes III. art. 136. 137.) spricht auf eine sehr dunkle Weise, wie Cometenschweife entstehen: »par des rayons obliques qui, tombant sur diverses parties des orbes planétaires, viennent des parties latérales à notre oeil par une réfraction extraordinaire«; auch wie Morgens und Abends Cometenschweife »comme une longue poutre« gesehen werden könnten, wenn die Sonne zwischen dem Cometen und der Erde steht. Diese Stelle ist so wenig auf das Zodiacallicht zu deuten, als das, was Kepler (Epit. Astron. Copernicanae T. I. p. 57 und T. II. p. 893) von der Existenz einer Sonnen-Atmosphäre (limbus circa solem, coma lucida) sagt, welche in totalen Sonnenfinsternissen hindert, „daß es ganz Nacht werde". Noch unsicherer oder vielmehr irriger ist die Behauptung, daß die »trabes quas δοκοὺς vocant« (Plin. II, 26 und 27) eine Andeutung des zungenförmig aufsteigenden Zodiacallichts seien, wie Cassini (p. 231 art. XXXI.) und Mairan (p. 15) vorgeben. Ueberall bei den Alten

ſind die trabes mit Boliden (ardores et faces) und anderen feurigen Meteoren in Verbindung geſetzt, auch wohl gar mit den langbärtigen Cometen. (Ueber δοχὸς, δοχίας, δοχίτης ſ. Schäfer, Schol. Par. ad Apoll. Rhod. 1813 T. II. p. 206; Pſeudo-Ariſtot. de Mundo 2, 9; Comment. Alex., Joh. Philop. et Olymp. in Aristot. Meteor. lib. I. cap. VII, 3 p. 195, Ideler; Seneca, Nat. Quaest. I, 1.)

[63] (S. 145.) Humboldt, Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 301. Das ſeltene Manuſcript, welches dem Erzbiſchof von Rheims, Le Tellier, gehört hat, enthält ſehr verſchiedenartige Auszüge aus einem aztekiſchen Ritualbuche, aus einem aſtrologiſchen Calender und aus hiſtoriſchen Annalen von 1197—1549. Die letztgenannten geben zugleich Naturerſcheinungen, Epochen der Erdbeben, Cometen, wie die von 1490 und 1529, und für die mexicaniſche Chronologie wichtige Sonnenfinſterniſſe an. In der handſchriftlichen Historia de Tlascala von Camargo wird das in Oſten bis faſt zum Zenith aufſteigende Licht ſonderbar genug „funkelnd und wie dick mit Sternen beſäet" genannt. Auf vulkaniſche Ausbrüche des Popocatepetl, der ſehr nahe in Südoſten liegt, paßt die Beſchreibung der vierzigtägigen Erſcheinung gar nicht (Preſcott, Hist. of the Conquest of Mexico Vol. I. p. 284). Neuere Commentatoren haben dieſe Erſcheinung, die Montezuma als eine der ihm Unglück verheißenden anſah, mit der »estrella que humeava« (eigentlich: welche ſprudelte; mexicaniſch choloa, ſpringen und ſprudeln) verwechſelt. Ueber den Zuſammenhang dieſes Dampfes mit dem Stern Citlal Choloha (Venus) und dem Sternberge (Citlaltepetl, dem Vulkan von Orizaba) ſ. meine Monumens T. II. p. 303.

[64] (S. 145.) Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 270; Mécanique céleste T. II. p. 169 und 171. Schubert, Aſtr. Bd. III. §. 206.

[65] (S. 146.) Arago im Annuaire 1842 p. 408. Vergl. Sir John Herſchel's Betrachtungen über Volum und Lichtſchwäche der planetariſchen Nebelflecke in Mary Somerville, Connexion of the Phys. Sciences 1835 p. 108. Die Meinung, daß die Sonne ein Nebelſtern ſei, deſſen Atmoſphäre die Erſcheinung des Zodiacallichtes darbietet, iſt nicht von Dominicus Caſſini, ſondern zuerſt 1731 von Mairan aufgeſtellt wor-

den (Traité de l'Aurore bor. p. 47 und 263. Arago im Annuaire 1842 p. 412). Es war eine Erneuerung Kepler'ſcher Anſichten.

[66] (S. 146.) Schon Dominicus Caſſini nahm, wie ſpäter Laplace, Schubert und Poiſſon, zur Erklärung der Geſtalt des Zodiacallichtes die Hypotheſe eines abgeſonderten Ringes an. Er ſagt beſtimmt: »si les orbites de Mercure et de Venus étoient visibles (matériellement dans toute l'étendue de leur surface), nous les verrions habituellement de la même figure et dans la même disposition à l'égard du Soleil et aux mêmes tems de l'année que la lumière zodiacale.« (Mém. de l'Acad. T. VIII. 1730 p. 218 und Biot in den Comptes rendus 1836 T. III. p. 666.) Caſſini glaubte, daß der dunſtförmige Ring des Zodiacallichtes aus einer Unzahl kleiner planetenartiger Körper, die um die Sonne kreiſen, zuſammengeſetzt ſei. Er war ſelbſt nicht abgeneigt zu glauben, daß der Fall von Feuerkugeln mit dem Durchgang der Erde durch den Zodiacal-Nebel-Ring zuſammenhangen könne. Olmſted und vorzüglich Biot (a. a. O. p. 673) haben dieſen Zuſammenhang mit dem November-Phänomen zu ergründen geſucht, einen Zuſammenhang, den Olbers bezweifelt. (Schum. Jahrbuch 1837 S. 281.) Ueber die Frage, ob die Ebene des Zodiacallichts mit der Ebene des Sonnen-Aequators vollkommen zuſammentrifft, ſ. Houzeau in Schum. Aſtr. Nachr. 1843 Nr. 492. S. 190.

[67] (S. 146.) Sir John Herſchel, Astron. §. 487.

[68] (S. 146.) Arago im Annuaire 1832 p. 246. Mehrere phyſikaliſche Thatſachen ſcheinen anzudeuten, daß bei einer mechaniſchen Trennung der Materie in die kleinſten Theilchen, wenn die Maſſe ſehr gering im Verhältniß zur Oberfläche wird, die electriſche Spannung ſich bis zur Licht- und Wärmeſtrahlung erhöhen kann. Verſuche mit einem großen Hohlſpiegel haben bisher nicht entſcheidende Beweiſe von dem Daſein ſtrahlender Wärme im Zodiacallichte gegeben. (Lettre de Mr. Matthiessen à Mr. Arago in den Comptes rendus T. XVI. 1843 Avril p. 687.)

[69] (S. 147.) „Was Sie mir von den Lichtveränderungen im Zodiacallichte und den Urſachen ſagen, welchen Sie unter den Tropen ſolche Veränderungen zuſchreiben, hat um ſo mehr mein Intereſſe erregt, als ich ſeit langer Zeit, in jedem Frühjahr,

besonders aufmerksam auf jene Erscheinung in unsern nördlichen Breiten gewesen bin. Auch ich habe immer geglaubt, daß das Thierkreislicht rotire; aber ich nahm an, daß es sich mit beträchtlich zunehmender Helligkeit ganz bis zur Sonne erstrecke (gegen Poisson's Aeußerung, die Sie mir mittheilen). Den lichten Kranz, der sich bei totalen Sonnenfinsternissen um die verfinsterte Sonne zeigt, habe ich für diesen glänzendsten Theil des Zodiacallichts gehalten. Ich habe mich überzeugt, daß dieses Licht in einzelnen Jahren sehr verschieden, oft mehrere Jahre hinter einander sehr hell und ausgedehnt, oft auch, in anderen Jahren, gar nicht wahrzunehmen ist. Die erste Spur vom Dasein des Zodiacallichts glaube ich in einem Briefe von Rothmann an Tycho zu bemerken, der diesem meldet, er habe im Frühjahr die Tiefe der Sonne unter dem Horizont, bei Ende der Abenddämmerung, 24° gefunden. Gewiß hat Rothmann das Verschwinden des untergehenden Thierkreislichtes in den Dünsten des Abend-Horizonts mit dem wirklichen Ende der Abenddämmerung verwechselt. Aufwallungen habe ich selbst, vermuthlich wegen der Schwäche, womit in unsern Gegenden das Zodiacallicht erscheint, durchaus nicht bemerken können. Sie haben aber gewiß Recht, wenn Sie dergleichen schnelle Lichtveränderungen himmlischer Gegenstände, die Sie in dem Tropen-Klima wahrgenommen, unserer Atmosphäre, vorzüglich den hohen Regionen derselben, zuschreiben. Das zeigt sich am deutlichsten in den Schweifen großer Cometen. Oft sieht man, besonders bei dem heitersten Wetter, in diesen Schweifen Pulsationen, die vom Kopfe des Cometen, als dem niedrigsten Punkte, anfangen, und in 1 oder 2 Secunden den ganzen Schweif durchzittern, wobei sich dann der Schweif schnell um einige Grade zu verlängern und gleich wieder zu verkürzen scheint. Daß diese Aufloderungen, auf die ehemals Robert Hooke und in neueren Zeiten Schröter und Chladni sehr aufmerksam waren, nicht in dem Cometenschweife selbst vorgehen, sondern durch unsre Atmosphäre hervorgebracht sind, wird klar, wenn man bedenkt, daß die einzelnen Theile der (mehrere Millionen Meilen lange) Cometenschweife in sehr verschiedenen Abständen von uns liegen, und daß das Licht von ihnen nur in Zeiträumen zu uns gelangen kann, die um mehrere Minuten von einander verschieden sind. Ob, was Sie am Orinoco, nicht in Intervallen von Secunden, sondern von

Minuten gesehen, wirkliche Coruscationen des Thierkreislichtes waren, oder ganz und allein den oberen Schichten unseres Lichtkreises zugehörte, will ich nicht entscheiden. Auch weiß ich mir die so merkwürdigen Erhellungen ganzer Nächte, die anomalen Verstärkungen und Verlängerungen der Dämmerung im Jahr 1831 nicht zu erklären, besonders da man bemerkt haben will, daß der hellste Theil dieser sonderbaren Dämmerungen nicht mit dem Orte der Sonne unter dem Horizonte zusammentraf." (Aus einem Briefe des Dr. Olbers an mich, Bremen den 26 März 1833.)

[70] (S. 148.) Biot, Traité d'Astron. physique (3me éd.) 1841 T. I. p. 171, 238 und 312.

[71] (S. 149.) Bessel in Schum. Jahrb. für 1839 S. 51; vielleicht 1 Million Meilen täglich, auf das mindeste in relativer Geschwindigkeit 834000 Meilen, also mehr als die doppelte Umlaufsgeschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn um die Sonne.

[72] (S. 151.) Ueber Bewegung des Sonnensystems nach Bradley, Tobias Mayer, Lambert, Lalande und William Herschel s. Arago im Annuaire 1842 p. 388—399. Argelander in Schum. Astron. Nachr. Nr. 363. 364. 398. und in der Abhandlung von der eigenen Bewegung des Sonnensystems 1837 S. 43 über den Perseus als Centralkörper der ganzen Sternschicht; auch Otho Struve im Bull. de l'Acad. de St. Pétersb. 1842 T. X. No. 9. p. 137—139. Nach Letzterem wird durch eine spätere Combination für die Richtung der Sonnenbewegung gefunden: 261° 23′ A. R.; + 37° 36′ Decl., und im Mittel aus Argelander's und seiner eigenen Arbeit durch eine Combination von 797 Sternen: 259° 9′ A. R.; + 34° 36′ Decl.

[73] (S. 151.) Aristot. de Coelo III, 2 p. 301, Bekker; Phys. VIII, 5 p. 256.

[74] (S. 152.) Savary in der Connaissance des tems 1830 p. 56 und 163. Encke, Berl. Jahrb. 1832 S. 253 ff. Arago im Annuaire 1834 p. 260—295. John Herschel in Mem. of the Astron. Soc. Vol. V. p. 171.

[75] (S. 153.) Bessel, Untersuchung des Theils der planetarischen Störungen, welche aus der Bewegung der Sonne entstehen, in Abh. der Berl. Akad. der Wissensch. 1824 (Mathem. Classe) S. 2—6. Die Frage war angeregt

worden durch Johann Tobias Mayer in Comment. Soc. Reg. Gotting. 1804—1808 Vol. XVI. p. 31—68.

[76] (S. 153.) Philos. Transact. for 1803 p. 225. Arago im Annuaire 1842 p. 375. Will man ſich die etwas früher im Texte bezeichnete Entfernung der Fixſterne bequemer verſinnlichen, ſo erinnere man ſich, daß, wenn die Erde von der Sonne in einem Fuß Entfernung angenommen wird, Uranus 19 Fuß und Wega der Leier 34½ geographiſche Meilen von der Sonne entfernt iſt.

[77] (S. 154.) Beſſel in Schum. Jahrbuche 1839 S. 53.

[78] (S. 154.) Mädler, Aſtr. S. 476. Derſelbe in Schum. Jahrb. 1839 S. 95.

[79] (S. 156.) Sir William Herſchel in den Philos. Transact. for 1817 P. II, p. 328.

[80] (S. 156.) Arago im Annuaire 1842 p. 459.

[81] (S. 157.) Sir John Herſchel in einem Briefe aus Feldhuyſen vom 13 Januar 1836. Nicholl, Archit. of the Heavens 1838 p. 22. (S. auch einzelne Andeutungen von Sir William Herſchel über den ſternleeren Raum, der uns in großem Abſtande von der Milchſtraße trennt, in den Philos. Transact. for 1817 P. II. p. 328.)

[82] (S. 157.) Sir John Herſchel, Astron. §. 624. Derſelbe in Observations of Nebulae and Clusters of Stars (Transact. 1833 P. II. p. 479 fig. 25.): »we have here a brother System bearing a real physical resemblance and strong analogy of structure of our own.«

[83] (S. 157.) Sir William Herſchel in den Transact. for 1785 P. I. p. 257. Sir John Herſchel, Astr. §. 616. (»The nebulous region of the heavens forms a nebulous milky way, composed of distinct nebulae as the other of Stars.« Derſelbe in einem Briefe an mich vom März 1829.)

[84] (S. 158.) John Herſchel, Astron. §. 585.

[85] (S. 158.) Arago im Annuaire 1842 p. 282—285, 409—411 und 439—442.

[86] (S. 158.) Olbers über die Durchſichtigkeit des Weltraums in Bode's Jahrbuch 1826 S. 110—121.

[87] (S. 159.) »An opening in the heavens«, William Herſchel in den Transact. for 1785 Vol. LXXV. P. I. p. 256.

Le Français Lalande in der Connaiss. des tems pour l'an VIII. p. 383. Arago im Annuaire 1842 p. 425.

[88] (S. 159.) Ariſtot. Meteor. II. 5, 1. Seneca, Natur. Quaest. I. 14, 2. »Coelum discessisse« in Cic. de Divin. I, 43.

[89] (S. 159.) Arago im Annuaire 1842 p. 429.

[90] (S. 160.) Im December 1837 ſah Sir John Herſchel den Stern η Argo, der bisher als zweiter Größe und ganz unveränderlich erſchienen war, ſchnell bis zur erſten Größe zunehmen. Im Januar 1838 war die Intenſität ſeines Lichtes ſchon der von α Cent. gleich. Nach den neueſten Nachrichten fand Maclear im März 1843 den Stern ſo glänzend als Canopus; ja α Crucis ſah ganz dämmernd neben η Argo aus.

[91] (S. 161.) »Hence it follows that the rays of light of the remotest nebulae must have been almost two millions of years on their way, and that consequently, so many years ago, this object must already have had an existence in the sidereal heaven, in order to send out those rays by which we now perceive it.« William Herſchel in den Transact. for 1802 p. 498. John Herſchel, Astr. §. 590. Arago im Annuaire 1842 p. 334, 359 und 382—385.

[92] (S. 161.) Aus dem ſchönen Sonette meines Bruders: Freiheit und Geſetz (Wilhelm von Humboldt, Geſammelte Werke Bd. IV. S. 358 No. 25.)

[93] (S. 162.) Otfried Müller, Prolegomena S. 373.

[94] (S. 166.) Bei den tiefſten Arbeiten der Menſchen im Inneren der Erde iſt zu unterſcheiden zwiſchen der abſoluten Tiefe (unter der Oberfläche der Erde an dem Punkte, wo die Arbeit begonnen iſt) und der relativen Tiefe (d. i. der unter dem Spiegel des Meeres). Die größte relative Tiefe, welche die Menſchen bisher erreicht haben, iſt vielleicht das Bohrloch zu Neu-Salzwerk bei Preußiſch Minden; ſie betrug im Juni 1844 genau 1873½ Par. Fuß (607m, 4); die abſolute Tiefe war 2094½ Fuß (680m). Die Temperatur des Waſſers im Tiefſten ſtieg damals auf 32°,7 cent., was bei der Annahme von 9°,6 mittlerer Luftwärme eine Wärmezunahme von 1° auf 29m, 6 giebt. Der arteſiſche Brunnen von Grenelle bei Paris hat nur 1683 Fuß (547m) abſolute Tiefe. Nach den Berichten des Miſſionars Imbert aus China wird die Tiefe unſerer arteſiſchen Brunnen von der der Feuerbrunnen, Ho-tſing,

weit übertroffen, welche man abteuft, um ſich Waſſerſtoffgas zu verſchaffen, das zum Salzſieden angewendet wird. In der chineſiſchen Provinz Szü-tſchuan ſollen dieſe Feuerbrunnen ſehr gewöhnlich die Tiefe von 1800 bis 2000 Fuß erreichen; ja bei Tſeu-lieu-tſing (Ort des Immerfließens) ſoll ein Ho-tſing, mit dem Seile im J. 1812 gebohrt, 3000 Fuß tief ſein (Humboldt, Asie centrale T. II. p. 521 und 525. Annales de l'Association de la Propagation de la Foi 1829 No. 16 p. 369). Die relative Tiefe, welche man zu Monte Maſſi in Toſcana, ſüdlich von Volterra, erreicht hat, beträgt nach Matteucci nur 1175 Fuß (382m). Dem Bohrloch zu Neu-Salzwerk kommt an relativer Tiefe wahrſcheinlich ſehr nahe das Kohlenbergwerk zu Apendale bei Newcaſtle under Lyme (Staffordſhire). Man arbeitet dort 725 Yards oder 2045 Par. Fuß unter der Oberfläche (Thomas Smith, Miner's Guide 1836 p. 160). Leider iſt mir die Höhe der Hängebank über dem Meeresſpiegel nicht genau bekannt. Die relative Tiefe der Grube Monk Wearmouth bei Newcaſtle iſt nur 1404 Fuß (Phillips im Philos. Magaz. Vol. V. 1834 p. 446), die der Lütticher Steinkohlengrube Eſpérance zu Seraing nach Herrn Berghauptmann von Dechen 1271 Fuß, die ehemalige der Steinkohlengrube Marihaye bei Val St. Lambert im Maasthale nach dem Ingénieur des Mines Herrn Gernaert 1157 Fuß. Die abſolut tiefſten Arbeiten, welche die Menſchen unternommen haben, ſind meiſt in ſo hohen Gebirgsebenen oder ſo hohem Thalboden angeſetzt worden, daß dieſelben entweder gar nicht das Niveau des Meeres erreicht haben oder zu einer ſehr geringen Tiefe unter dieſes Niveau gelangt ſind. So hatte einſt der jetzt unfahrbare Eſelsſchacht zu Kuttenberg in Böhmen die ungeheure abſolute Tiefe von 3545 Fuß (Fr. A. Schmidt, Berggeſetze der öſterr. Mon. Abth. I. Bd. I. S. XXXII). Auch zu St. Daniel und beim Geiſt am Rörerbühel (Landgericht Kitzbühl) waren im 16ten Jahrh. die Baue 2916 Fuß tief. Man bewahrt noch die Grubenriſſe der Arbeiten am Rörerbühel vom Jahre 1539. (Joſeph von Sperges, Tyroler Bergwerksgeſchichte S. 121. Vergl. auch Humboldt, Gutachten über Heantreibung des Meißner Stollens in die Freiberger Erzrevier, abgedruckt in Herder über den jetzt begonnenen Erbſtollen 1838 S. CXXIV.) Man könnte glauben, daß die Kunde von der außerordentlichen Tiefe des Rörerbühel früh nach England

gelangt war; denn in Gilbert de Magnete finde ich die Behauptung, daß der Menſch 2400 bis 3000 Fuß in die Erdrinde gedrungen ſei. (»Exigua videtur terrae portio, quae unquam hominibus spectanda emerget aut eruitur: cum profundius in ejus viscera, ultra efflorescentis extremitatis corruptelam, aut propter aquas in magnis fodinis, tanquam per venas scaturientes, aut propter aëris salubrioris ad vitam operariorum sustinendam necessarii defectum, aut propter ingentes sumptus ad tantos labores exantlandos, multasque difficultates, ad profundiores terrae partes penetrare non possumus; adeo ut quadringentas aut [quod rarissime] quingentas orgyas in quibusdam metallis descendisse, stupendus omnibus videatur conatus.« Guilielmi Gilberti, Colcestrensis, de Magnete Physiologia nova. Lond. 1600 p. 40.) Die abſoluten Tiefen der Bergwerke im ſächſiſchen Erzgebirge bei Freiberg ſind im Thurmhofer Zug 1824 Fuß, im Hohenbirker Zug 1714 Fuß; die relativen Tiefen erreichen nur 626 und 260 Fuß, wenn man, um die Höhe der Hängebänke jedes Schachts über dem Meere zu finden, die Höhe von Freiberg, nach Reich's neuer Beſtimmung, zu 1191 Fuß annimmt. Die abſolute Tiefe der auch durch Reichthum berufenen Grubenbaue zu Joachimsthal in Böhmen (Verkreuzung des Jung Häuer Zechen- und Andreasganges) hat volle 1989 Fuß erreicht; ſo daß, wenn die Hängebank nach des Herrn von Dechen Meſſungen ungefähr 2250 Fuß über dem Meere liegt, die Grubenbaue dort noch nicht einmal den Meeresſpiegel erreicht haben. Am Harz wird auf der Grube Samſon zu Andreasberg in 2062 Fuß abſoluter Tiefe gebaut. In dem ehemaligen ſpaniſchen Amerika kenne ich keine tiefere Grube als die Valenciana bei Guanaruato (Mexico), wo ich die abſolute Tiefe der Planes de San Bernardo 1582 Fuß gefunden habe. Es fehlen aber den Planes noch 5592 Fuß, um den Meeresſpiegel zu erreichen. Wenn man die Tiefe der ehemaligen Kuttenberger Grubenbaue (eine Tiefe, welche die Höhe unſers Brockens übertrifft und der des Veſuvs nur um 200 Fuß nachſteht) mit der größten Höhe der von Menſchen aufgeführten Gebäude (der Pyramide des Cheops und des Strasburger Münſters) vergleicht, ſo findet man das Verhältniß von 8 zu 1. Bei den vielen unbeſtimmten und durch falſche Reduction der Maaße auf den Pariſer Fuß verunſtalteten Angaben, welche unſre geognoſtiſchen Schriften noch immer

enthalten, ſchien es mir wichtig, in dieſer Anmerkung alles zuſammenzuſtellen, was ich ſicheres über die größten abſoluten und relativen Tiefen der Grubenbaue und Bohrlöcher habe auffinden können. Wenn man von Jeruſalem öſtlich gegen das todte Meer hinabſteigt, ſo genießt man einen Anblick, den, nach unſeren jetzigen hypſometriſchen Kenntniſſen der Oberfläche unſres Planeten, keine andere Erdgegend darbieten kann; man ſchreitet, indem man ſich dem Spalte naht, in welchem der Jordan fließt, *an hellem Tage* auf Geſteinſchichten, die nach Bertou's und Rußegger's barometriſchem Nivellement 1300 Fuß in ſenkrechter Tiefe unter dem Spiegel des Mittelmeers liegen (*Humboldt, Asie centrale* T. II. p. 323).

[95] (S. 167.) *Muldenförmig* gekrümmte Schichten, die man ſich einſenken und in einer zu meſſenden Entfernung wieder aufſteigen ſieht, geben, wenn ſie auch in den tiefſten Punkten nicht durch bergmänniſche Arbeiten erreicht werden, doch ſinnliche Kenntniß von der Beſchaffenheit der Erdrinde in großen Abſtänden von der Oberfläche. Angaben dieſer Art gewähren demnach ein großes geognoſtiſches Intereſſe. Ich verdanke die folgenden dem vortrefflichen Geognoſten Herrn *von Dechen*. Er ſchreibt: „Die Tiefe der Steinkohlen-Mulde zu Lüttich am Mont St. Gilles, welche ich gemeinſchaftlich mit unſerm Freunde Herrn von Oeynhauſen zu 3650 Fuß unter der Oberfläche ermittelt habe, liegt, da der Mont St. Gilles gewiß nicht 400 Fuß abſolute Höhe hat, an 3250 Fuß unter dem Meeresſpiegel; die Steinkohlen-Mulde zu Mons liegt ſogar noch volle 1750 Fuß tiefer. Alle dieſe Tiefen ſind aber nur als gering gegen die zu betrachten, welche die Lagerungsverhältniſſe der Steinkohlenflöze in dem Saar-Revier (Saarbrücken) offenbaren. Ich habe nach wiederholten Aufnahmen gefunden, daß das unterſte Kohlenflöz, welches in der Gegend von Duttweiler bekannt iſt, bei Bettingen, nordöſtlich von Saarlouis, bis 19406 und 20656 Fuß ($^{9}/_{10}$ geogr. Meile) unter dem Meeresſpiegel herabgeht." Dieſes Reſultat übertrifft noch um 8000 Fuß die Annahme, welche ich im Texte des *Kosmos* für eine Mulde devoniſcher Schichten gegeben. Jene Steinkohlenflöze liegen alſo ſo tief unter dem Niveau des Meeres, als der Chimborazo über demſelben ſich erhebt: in einer Tiefe, in welcher die Erdwärme an 224° betragen muß. Von den höchſten Gipfeln des Himalaya bis zu jenen Mulden, welche

die Vegetation der Vorwelt enthalten, iſt demnach ein ſenkrechter Abſtand von 45000 Fuß, d. i. $^1/_{438}$ des Erdhalbmeſſers.

[96] (S. 171.) Plato, Phaedo p. 97 (Ariſtot. Metaph. p. 985). Vergl. Hegel, Philoſophie der Geſchichte 1840 S. 16.

[97] (S. 172.) Beſſel, allgemeine Betrachtungen über Gradmeſſungen nach aſtronomiſch-geodätiſchen Arbeiten, am Schluß von Beſſel und Baeyer, Gradmeſſung in Oſtpreußen S. 427. (Ueber die früher im Text erwähnte Anhäufung der Materie auf der uns zugekehrten Mondhälfte ſ. Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 308.)

[98] (S. 172.) Plin. II, 68. Seneca, Nat. Quaest. Praef. c. II. El Mundo es poco (die Erde iſt klein und enge), ſchreibt Columbus aus Jamaica an die Königin Iſabella den 7 Julius 1503; nicht etwa nach den philoſophiſchen Anſichten der beiden Römer, ſondern weil es ihm vortheilhaft ſchien, zu behaupten, der Weg von Spanien ſei nicht lang, wenn man, wie er ſagte, „den Orient von Weſten her ſuche". Vergl. mein Examen crit. de l'hist. de la Géogr. du 15me siècle T. I. p. 83 und T. II. p. 327; wo ich zugleich gezeigt habe, daß die von Delisle, Fréret und Goſſelin vertheidigte Meinung, nach welcher die übermäßige Verſchiedenheit in den Angaben des Erdperimeters bei den Griechen bloß ſcheinbar ſei und auf Verſchiedenheit der Stadien beruhe, ſchon im Jahr 1495 von Jaime Ferrer, in einem Vorſchlag über die Beſtimmung der päpſtlichen Demarcationslinie, vorgetragen wurde.

[99] (S. 172.) Brewſter, Life of Sir Isaac Newton 1831 p. 162: »The discovery of the spheroidal form of Jupiter by Cassini had probably directed the attention of Newton to the determination of its cause, and consequently to the investigation of the true figure of the earth.« Caſſini kündigte allerdings die Quantität der Abplattung des Jupiter ($^1/_{15}$) erſt 1691 an (Anciens Memoires de l'Acad. des Sciences T. II. p. 108); aber wir wiſſen durch Lalande (Astron. 3me éd. T. III. p. 335), daß Maraldi einige gedruckte Bogen des von Caſſini angefangenen lateiniſchen Werkes „über die Flecke der Planeten" beſaß, aus welchem zu erſehen war, daß Caſſini bereits vor 1666, alſo 21 Jahre vor dem Erſcheinen von Newton's Principia, die Abplattung des Jupiter kannte.

[100] (S. 174.) Nach Bessel's Untersuchung von zehn Gradmessungen, in welcher der von Puissant aufgefundene Fehler in der Berechnung der französischen Gradmessung berücksichtigt wurde (Schumacher, Astron. Nachr. 1841 Nr. 438 S. 116), ist die halbe große Axe des elliptischen Rotations-Sphäroids, dem sich die unregelmäßige Figur der Erde am meisten nähert, 3272077^t,14; die halbe kleine Axe 3261139^t,33; die Abplattung $^1/_{299,152}$; die Länge des mittleren Meridiangrades 57013^t,109, mit einem Fehler von + 2^t,8403: woraus folgt die Länge einer geographischen Meile von 3807^t,23. Frühere Combinationen der Gradmessungen schwankten zwischen $^1/_{302}$ und $^1/_{297}$: so Walbeck, de forma et magnitudine telluris in demensis arcubus meridiani definiendis, $^1/_{302,78}$ in 1819; Ed. Schmidt (Lehrbuch der mathem. und phys. Geographie S. V) $^1/_{297,46}$ in 1829 aus sieben Gradmessungen. Ueber den Einfluß großer Unterschiede der Längen auf die Polar-Abplattung s. Bibliothèque universelle T. XXXIII. p. 181 und T. XXXV. p. 56, auch Connaissance des tems 1829 p. 290. — Aus den Mondgleichungen allein fand Laplace zuerst (Expos. du Syst. du Monde p. 229) nach den älteren Tafeln von Bürg $^1/_{304,5}$; später nach den Mondsbeobachtungen von Burckhardt und Bouvard $^1/_{299,1}$ (Mécanique céleste T. V. p. 13 und 43).

[1] (S. 174.) Die Pendelschwingungen gaben als allgemeines Resultat der großen Expedition von Sabine (1822 und 1823, vom Aequator bis 80° nördl. Breite) $^1/_{288,7}$; nach Freycinet, wenn man die Versuchsreihen von Ile de France, Guam und Mowi (Maui) ausschließt, $^1/_{286,2}$; nach Foster $^1/_{289,5}$; nach Duperrey $^1/_{286,4}$; nach Lütke (Partie nautique 1836 p. 232) aus 11 Stationen $^1/_{289}$. Dagegen folgt aus den Beobachtungen zwischen Formentera und Dünkirchen (Connaiss. des tems 1816 p. 330) nach Mathieu $^1/_{298,2}$, und zwischen Formentera bis Insel Unst nach Biot $^1/_{304}$. Vergl. Baily, Report on Pendulum Experiments in den Memoirs of the Royal Astron. Society Vol. VII. p. 96; auch Borenius im Bulletin de l'Acad. de St. Pétersbourg 1843 T. I. p. 25. — Der erste Vorschlag, die Pendellänge zur Maaßbestimmung anzuwenden, und den dritten Theil des Secunden-Pendels (als wäre derselbe überall von gleicher Länge) wie einen pes horarius zum allgemeinen, von allen Völkern immer wieder-

zufindenden Maaße festzusetzen, findet sich in Huygens Horologium oscillatorium 1673 Prop. 25. Ein solcher Wunsch wurde 1742 in einem öffentlich unter dem Aequator aufgestellten Monumente von Bouguer, La Condamine und Godin auf's neue ausgesprochen. Es heißt in der schönen Marmortafel, die ich noch unversehrt in dem ehemaligen Jesuiter-Collegium in Quito gesehen habe: Penduli simplicis aequinoctialis unius minuti secundi archetypus, mensurae naturalis exemplar, utinam universalis! Aus dem, was La Condamine in seinem Journal du Voyage à l'Equateur 1751 p. 163 von unausgefüllten Stellen in der Inschrift und einem kleinen Hader über die Zahlen mit Bouguer sagt, vermuthete ich, beträchtliche Unterschiede zwischen der Marmortafel und der in Paris bekannt gemachten Inschrift zu finden. Nach mehrmaliger Vergleichung bemerkte ich aber nur zwei ganz unerhebliche: ex arcu graduum $3^1/_2$ statt ex arcu graduum plus quam trium, und statt 1742 die Jahrzahl 1745. Die letztere Angabe ist sonderbar, da La Condamine im November 1744, Bouguer im Junius desselben Jahres nach Europa zurückkamen, auch Godin Südamerika schon im Julius 1744 verlassen hatte. Die nothwendigste und nützlichste Verbesserung in den Zahlen der Inschrift würde die der astronomischen Länge der Stadt Quito gewesen sein (Humboldt, Recueil d'Observ. astron. T. II. p. 319—354). Nouet's an ägyptischen Monumenten eingegrabene Breiten geben uns ein neueres Beispiel von der Gefahr, welche eine feierliche Perpetuirung falscher oder unvorsichtig berechneter Resultate darbietet.

[2] (S. 175.) Ueber die vermehrte Intensität der Anziehung in vulkanischen Inseln (St. Helena, Ualan, Fernando de Noronha, Ile de France, Guaham, Mowi und Galapagos), mit Ausnahme der Insel Rawak, vielleicht (Lütke p. 240) wegen ihrer Nähe zu dem hohen Lande von Neu-Guinea, s. Mathieu in Delambre, Hist. de l'Astronomie au 18me siècle p. 701.

[3] (S. 175.) Zahlreiche Beobachtungen zeigen auch mitten in den Continenten große Unregelmäßigkeiten der Pendellängen, die man Local-Anziehungen zuschreibt. (Delambre, Mesure de la Méridienne T. III. p. 548; Biot in den Mém. de l'Académie des Sciences T. VIII. 1829 p. 18 u. 23.) Wenn man im südlichen Frankreich und in der Lombardei von Westen nach Osten fortschreitet, so findet man in Bordeaux die geringste Intensität der Schwer-

kraft; und dieſe Intenſität nimmt ſchnell zu in den öſtlicher gelegenen Orten, Figeac, Clermont-Ferrand, Mailand und Padua. Die letzte Stadt bietet das Maximum der Anziehung dar. Der Einfluß des ſüdlichen Abhanges der Alpenkette iſt nicht bloß der allgemeinen Größe ihres Volums, ſondern, wie Elie de Beaumont (Rech. sur les Révol. de la surface du Globe 1830 p. 729) glaubt, am meiſten den Melaphyr- und Serpentin-Geſteinen zuzuſchreiben, welche die Kette gehoben haben. Am Abhange des Ararat, der, mit dem Kaukaſus, wie im Schwerpunkte des aus Europa, Aſien und Afrika beſtehenden alten Continents liegt, zeigen Fedorow's ſo genaue Pendelverſuche ebenfalls nicht Höhlungen, ſondern dichte vulkaniſche Maſſen an (Parrot, Reiſe zum Ararat Bd. II. S. 143). In den geodätiſchen Operationen von Carlini und Plana in der Lombardei haben ſich Unterſchiede zwiſchen den unmittelbaren Breiten-Beobachtungen und den Reſultaten jener Operationen von 20″ bis 47″,8 gefunden. (S. die Beiſpiele von Andrate und Mondovi, Mailand und Padua in den Opérations géodés. et astron. pour la mesure d'un arc du parallèle moyen T. II. p. 347; Effemeridi astron. di Milano 1842 p. 57.) Mailand auf Bern reducirt, wie es aus der franzöſiſchen Triangulation folgt, hat die Breite von 45° 27′ 52″, während daß die unmittelbaren aſtronomiſchen Beobachtungen die Breite zu 45° 27′ 35″ geben. Da die Perturbationen ſich in der lombardiſchen Ebene bis Parma weit ſüdlich vom Po erſtrecken (Plana, Opérat. géod. T. II. p. 847), ſo kann man vermuthen, daß ſelbſt in der Bodenbeſchaffenheit der Ebne ablenkende Urſachen wirken. Aehnliche Erfahrungen hat Struve in den flächſten Theilen des öſtlichen Europa's gemacht (Schumacher, Aſtron. Nachrichten 1830 Nr. 164 S. 399). Ueber den Einfluß von dichten Maſſen, welche man in einer geringen, der mittleren Höhe der Alpenkette gleichen Tiefe vorausſetzt, ſ. die analytiſchen Ausdrücke (nach Hoſſard und Rozet) in den Comptes rendus T. XVIII. 1844 p. 292, welche zu vergleichen ſind mit Poiſſon, Traité de Mécanique (2. éd.) T. I. p. 482. Die früheſten Andeutungen von dem Einfluß der Gebirgsarten auf die Schwingungen des Pendels hat übrigens Thomas Young gegeben in den Philosoph. Transactions for 1819 p. 70—96. Bei den Schlüſſen von der Pendellänge auf die Erdkrümmung iſt wohl die

Möglichkeit nicht zu übersehen, daß die Erdrinde kann früher erhärtet gewesen sein, als metallische und dichte basaltische Massen aus der Tiefe durch offene Gangklüfte eingedrungen und der Oberfläche nahe gekommen sind.

[4] (S. 175.) Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 231.

[5] (S. 176.) La Caille's Pendelmessungen am Vorgebirge der guten Hoffnung, die Mathieu mit vieler Sorgfalt berechnet hat (Delambre, Hist. de l'Astr. au 18me siècle p. 479), geben eine Abplattung von $^1/_{284{,}4}$; aber nach mehrfachen Vergleichungen der Beobachtungen unter gleichen Breiten in beiden Hemisphären (Neu-Holland und Malouinen verglichen mit Barcelona, Neu-York und Dünkirchen) ist bisher kein Grund vorhanden, die mittlere Abplattung der südlichen Halbkugel für größer als die der nördlichen zu halten (Biot in den Mém. de l'Acad. des Sciences T. VIII. 1829 p. 39—41).

[6] (S. 176.) Die drei Beobachtungs-Methoden geben folgende Resultate: 1) durch Ablenkung des Senkbleis in der Nähe des Berges Shehallien (galisch Thichallin) in Pertshire 4,713 bei Maskelyne, Hutton und Playfair (1774—1776 und 1810) nach einer schon von Newton vorgeschlagenen Methode; 2) durch Pendelschwingung auf Bergen 4,837 (Carlini's Beobachtungen auf dem Mont Cenis verglichen mit Biot's Beobachtungen in Bordeaux, Effemer. astr. di Milano 1824 p. 184); 3) durch die Drehwage von Cavendish, nach einem ursprünglich von Mitchell ersonnenen Apparate, 5,48 (nach Hutton's Revision der Rechnung 5,32; nach der Revision von Eduard Schmidt 5,52: Lehrbuch der math. Geographie Bd. I. S. 487); durch die Drehwage von Reich 5,44. In der Berechnung dieser mit meisterhafter Genauigkeit von Prof. Reich angestellten Versuche war das ursprüngliche mittlere Resultat 5,43 (mit einem wahrscheinlichen Fehler von nur 0,0233); ein Resultat, das, um die Größe vermehrt, um welche die Schwungkraft der Erde die Schwerkraft vermindert, für die Breite von Freiberg (50° 55′) in 5,44 zu verwandeln ist. Die Anwendung von Massen aus Gußeisen statt des Bleies hat keine merkliche, den Beobachtungsfehlern nicht mit vollem Rechte zuzuschreibende Verschiedenheit der Anziehung, keine Spuren magnetischer Wirkungen offenbart (Reich, Versuche über die mittlere Dichtigkeit der Erde 1838 S. 60, 62 und 66). Durch die Annahme

einer zu kleinen Abplattung der Erde und durch die unsichere Schätzung der Gesteins-Dichtigkeit der Oberfläche hatte man früher die mittlere Dichtigkeit der Erde ebenfalls, wie in den Versuchen auf und an den Bergen, um $^1/_6$ zu klein gefunden: 4,761 (Laplace, Mécan. cél. T. V. p. 46) oder 4,785 (Eduard Schmidt, Lehrb. der math. Geogr. Bd. I. §. 387 und 418). — Ueber die weiter unten (S. 178) angeführte Halley'sche Hypothese von der Erde als Hohlkugel (dem Keime Franklin'scher Ideen über das Erdbeben) s. Phil. Transact. for the year 1693 Vol. XVII. p. 563 (On the structure of the internal parts of the Earth and the concave habitated arch of the shell). Halley hält es für des Schöpfers würdiger, „daß der Erdball wie ein Haus von mehreren Stockwerken, von innen und außen bewohnt sei. Für Licht in der Hohlkugel würde auch wohl (p. 576) auf irgend eine Weise gesorgt werden können."

[7] (S. 179.) Dahin gehören die vortrefflichen analytischen Arbeiten von Fourier, Biot, Laplace, Poisson, Duhamel und Lamé. In seinem Werke Théorie mathématique de la Chaleur 1835 p. 3, 428—430, 436 und 521—524 (s. auch den Auszug von La Rive in der Bibliothèque universelle de Genève T. LX. p. 415) hat Poisson eine von Fourier's Ansicht (Theorie analitique de la Chaleur) ganz abweichende Hypothese entwickelt. Er läugnet den gegenwärtigen flüssigen Zustand des Kerns der Erde; er glaubt, „daß bei dem Erkalten durch Strahlung gegen das die Erde umgebende Mittel die an der Oberfläche zuerst erstarrten Theile herabgesunken sind, und daß durch einen doppelten ab- und aufwärts gehenden Strom die große Ungleichheit vermindert worden ist, welche bei einem festen, von der Oberfläche her erkaltenden Körper statt finden würde." Es scheint dem großen Geometer wahrscheinlicher, daß die Erstarrung in den dem Mittelpunkt näher liegenden Schichten angefangen habe; „das Phänomen der mit der Tiefe zunehmenden Wärme erstrecke sich nicht auf die ganze Erdmasse, und sei bloß eine Folge der Bewegung unsres Planetensystems im Weltraume, dessen einzelne Theile durch Sternenwärme (chaleur stellaire) eine sehr verschiedene Temperatur haben." Die Wärme der Wasser unserer artesischen Brunnen wäre also, nach Poisson, bloß eine von außen in den Erdkörper eingedrungene Wärme; und man könnte letzteren „als einen Felsblock betrachten, der vom Aequator nach dem Pole geschafft wurde, aber

in einer so kurzen Zeit, daß er nicht ganz zu erkalten vermochte. Die Temperatur-Zunahme in diesem Blocke würde sich nicht bis zu den Schichten seiner Mitte erstreckt haben." Die physikalischen Zweifel, welche man mit Recht gegen diese sonderbare kosmische Ansicht aufgestellt hat (gegen eine Ansicht, welche dem Himmelsraume zuschreibt, was wohl eher dem ersten Uebergange der sich ballenden Materie aus dem gasförmig flüssigen in einen festen Zustand angehört), findet man gesammelt in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie Bd. XXXIX. S. 93—100.

[8] (S. 181.) Siehe oben S. 27, 42 und 48. Die Wärmezunahme ist gefunden worden in dem Puits de Grenelle zu Paris von 98$^4/_{10}$ Fuß (32 mètres); in dem Bohrloch zu Neu-Salzwerk bei Preußisch Minden fast 91 Fuß (29",6); zu Prégny bei Genf, ohnerachtet dort die obere Oeffnung des Bohrloches 1510 Fuß über dem Meeresspiegel liegt, nach Auguste de la Rive und Marcet, ebenfalls von 91 Fuß (29",6). Diese Uebereinstimmung der Resultate in einer Methode, welche erst im Jahre 1821 von Arago (Annuaire du Bureau des Longitudes 1835 p. 234) vorgeschlagen wurde, ist sehr auffallend, und von drei Bohrlöchern hergenommen, von 1683 F. (547"), 2094 F. (680") und 680 F. (221") absoluter Tiefe. Die zwei Punkte der Erde, in kleiner senkrechter Entfernung unter einander, deren Jahres-Temperaturen wohl am genauesten bestimmt sind, sind wahrscheinlich die Temperatur der äußeren Luft der Sternwarte zu Paris und die Temperatur der Caves de l'Observatoire. Jene ist 10°,822, diese 11°,834, Unterschied 1°,012 auf 86 Fuß (28") Tiefe (Poisson, Théorie math. de la Chaleur p. 415 und 462). Freilich ist in den letzten 17 Jahren, aus noch nicht ganz ausgemittelten Ursachen, wo nicht die Temperatur der Caves de l'Observatoire, doch die Anzeige des dort stehenden Thermometers, um 0°,220 gestiegen. Wenn in Bohrlöchern bisweilen das Eindringen von Wassern aus Seitenklüften einige Störung hervorbringt, so sind in Bergwerken andere Verhältnisse erkältender Luftströmung noch schädlicher für die Genauigkeit mit vieler Mühe erforschter Resultate. Das Gesammt-Resultat von Reich's großer Arbeit über die Temperatur der Gruben im sächsischen Erzgebirge ist eine etwas langsame Wärmezunahme von 128$^1/_2$ (41",84) auf 1° (Reich, Beob. über die Temperatur des Gesteins in verschiedenen Tiefen 1834 S. 134). Doch hat Phillips

(Poggend. Ann. Bd. XXXIV. S. 191) in einem Schachte des Kohlenbergwerks von Monk Wearmouth bei Newcaſtle, wo, wie ich ſchon oben bemerkt, 1404 Fuß (456ᵐ) unter dem Meeresſpiegel gearbeitet wird, auch eine Zunahme der Wärme von 99⁶/₁₀ Fuß (32ᵐ, 4), faſt ganz identiſch mit Arago's Reſultat im Puits de Grenelle, gefunden.

[9] (S. 182.) Bouſſingault sur la Profondeur à laquelle se trouve la Couche de Température invariable entre les tropiques, in den Annales de Chimie et de Physique T. LIII. 1833 p. 225 — 247.

[10] (S. 183.) Laplace, Exp. du Syst. du Monde p. 229 und 263, Mécanique cél. T. V. p. 18 und 72. Es iſt zu bemerken, daß der Bruch $^1/_{170}$ eines Centeſimal-Grades des Queckſilber-Thermometers, welcher im Texte als Grenze der Stabilität der Erdwärme ſeit Hipparchs Zeiten angegeben iſt, auf der Annahme beruht, daß die Dilatation der Stoffe, aus denen der Erdkörper zuſammengeſetzt iſt, gleich der des Glaſes ſei, d. i. $^1/_{100000}$ für 1° Wärme. Vergl. über dieſe Vorausſetzung Arago im Annuaire pour 1834 p. 177 — 190.

[11] (S. 185.) William Gilbert von Colcheſter, den Galilei „bis zum Neid-Erregen groß" nennt, ſagt ſchon: »magnus magnes ipse est globus terrestris«. Er beſpöttelt die Magnetberge als Magnetpole des Fracaſtoro, des großen Zeitgenoſſen von Chriſtoph Columbus: »rejicienda est vulgaris opinio de montibus magneticis, aut rupe aliqua magnetica, aut polo phantastico a polo mundi distante.« Er nimmt die Abweichung der Magnetnadel auf dem ganzen Erdboden für unveränderlich an (variatio uniuscujusque loci constans est); und erklärt die Krümmungen der iſogoniſchen Linien aus der Geſtaltung der Continente und der relativen Lage der Meeresbecken, welche eine ſchwächere magnetiſche Ziehkraft ausüben, als die über dem Ocean hervorragenden feſten Maſſen (Gilbert de Magnete, ed. 1633, p. 42, 98, 152 und 155.)

[12] (S. 185.) Gauß, Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus, in den Reſultaten aus den Beob. des magnet. Vereins im Jahr 1838 § 41 S. 56.

[13] (S. 185.) Es giebt auch Perturbationen, die ſich nicht weit fortpflanzen, mehr local ſind, vielleicht einen weniger tiefen Sitz haben. Ein ſeltenes Beiſpiel ſolcher außerordentlichen Störung, welche in den Freiberger Gruben und nicht in Berlin gefühlt wurde,

habe ich ſchon vor vielen Jahren bekannt gemacht (Lettre de Mr. de Humboldt à S. A. R. le Duc de Sussex sur les moyens propres à perfectionner la connaissance du Magnétisme terrestre, in Becquerel's Traité expérimental de l'Electricité T. VII. p. 442). Magnetiſche Ungewitter, die gleichzeitig von Sicilien bis Upſala gefühlt wurden, gelangten nicht von Upſala nach Alten (Gauß und Weber, Reſultate des magnet. Vereins 1839 S. 128; Lloyd in den Comptes rendus de l'Académie des Sciences T. XIII. 1843 Sém. II p. 725 und 827). Unter den vielen in neuerer Zeit aufgefundenen gleichzeitigen und durch große Länderſtrecken fortgepflanzten Perturbationen, welche in Sabine's wichtigem Werke (Observ. on days of unusual magnetic disturbance 1843) geſammelt ſind, iſt eine der denkwürdigſten die vom 25 Sept. 1841, welche zu Toronto in Canada, am Vorgebirge der guten Hoffnung, in Prag und theilweiſe in Van Diemens Land beobachtet wurde. Die engliſche Sonntagsfeier, nach der es ſündhaft iſt, nach Sonnabend Mitternacht eine Scale abzuleſen und große Naturphänomene der Schöpfung in ihrer ganzen Entwicklung zu verfolgen, hat, da das magnetiſche Ungewitter wegen des Längenunterſchieds in Van Diemens Land auf einen Sonntag fiel, die Beobachtung deſſelben unterbrochen! (Observ. p. XIV, 78, 85 u. 87.)

[14] (S. 186.) Die im Text geſchilderte Anwendung der Magnet-Inclination zu Breitenbeſtimmungen längs einer N—S laufenden Küſte, die wie die Küſte von Chili und Peru einen Theil des Jahres in Nebel (garua) gehüllt iſt, habe ich angegeben in Lamétherie's Journal de Physique 1804 T. LIX. p. 449. Dieſe Anwendung iſt in der bezeichneten Localität um ſo wichtiger, als, bei der heftigen Strömung von Süden nach Norden bis Cabo Pariña, es für die Schifffahrt ein großer Zeitverluſt iſt, wenn man ſich der Küſte erſt nördlich von dem geſuchten Hafen nähert. In der Südſee habe ich vom Hafen Callao de Lima bis Truxillo, bei einem Breiten-Unterſchiede von 3°57′, eine Veränderung an der Magnet-Inclination von 9° cent.; und von Callao bis Guayaquil, bei einem Breiten-Unterſchied von 9°50′, eine Inclinations-Veränderung von 33°,05 gefunden (ſ. meine Relation historique T. III. p. 622). Von Guarmey (Br. 10°4′ Süd), Huaura (Br. 11°3′) bis Chancay (Br. 11°32′) ſind die Neigungen 6°,80;

9°,00 und 10°,35 cent. Eintheilung. Die Ortsbestimmung mittelst der magnetischen Inclination hat da, wo der Schiffscurs die isoklinischen Linien fast senkrecht schneidet, das Merkwürdige, daß sie die einzige ist, welche jeder Zeitbestimmung, und also des Anblicks der Sonne und der anderen Gestirne entbehren kann. Ich habe vor kurzem erst aufgefunden, daß schon am Ende des 16ten Jahrhunderts, also kaum 20 Jahre nach der Erfindung des Inclinatorium von Robert Norman, in dem großen Werke de Magnete von William Gilbert, Vorschläge, die Breite durch die Neigung der Magnetnadel zu bestimmen, gemacht worden sind. Gilbert (Physiologia nova de Magnete lib. V. cap. 8. p. 200) rühmt die Methode als anwendbar »aëre caliginoso«. Edward Wright in der Vorrede, welche er dem großen Werke seines Lehrers beigefügt hat, nennt einen solchen Vorschlag „vieles Goldes werth". Da er mit Gilbert irrigerweise annahm, daß die isoklinischen Linien mit den geographischen Parallelkreisen, wie der magnetische Aequator mit dem geographischen, zusammenfielen, so bemerkte er nicht, daß die erwähnte Methode eine locale und viel eingeschränktere Anwendung hat.

[15] (S. 186.) Gauß und Weber, Resultate des magnetischen Vereins im J. 1838 § 31 S. 46.

[16] (S. 186.) Nach Faraday's Behauptung (London and Edinburgh Philosophical Magazine 1836 Vol. VIII. p. 178) ist dem reinen Kobalt der Magnetismus ganz abzusprechen. Es ist mir nicht unbekannt, daß andre berühmte Chemiker (Heinrich Rose und Wöhler) diese Behauptung für nicht absolut entscheidend halten. Wenn von zwei mit Sorgfalt gereinigten Kobalt-Massen, welche man beide für nickelfrei hält, sich die eine als ganz unmagnetisch (im ruhenden Magnetismus) zeigt, so scheint mir der Verdacht, daß die andere ihre magnetische Eigenschaft einem Mangel von Reinheit verdanke, doch wahrscheinlich und für Faraday's Ansicht sprechend.

[17] (S. 186.) Arago in den Annales de Chimie T. XXXII. p. 214; Brewster, Treatise of Magnetism 1837 p. 111; Baumgartner in der Zeitschrift für Phys. und Mathem. Bd. II. S. 419.

[18] (S. 187.) Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géographie T. III. p. 36.

[19] (S. 187.) Asie centrale T. I. Introduction

p. XXXVII—XLII. Die weſtlichen Völker, Griechen und Römer, wußten, daß Magnetismus dem Eiſen langdauernd mitgetheilt werden kann (»sola haec materia ferri vires a magnete lapide accipit retinetque longo tempore«, Plin. XXXIV, 14). Die große Entdeckung der telluriſchen Richtkraft hing alſo allein davon ab, daß man im Occident nicht durch Zufall ein längliches Fragment Magnetſtein oder einen magnetiſirten Eiſenſtab, mittelſt Holz auf Waſſer ſchwimmend oder an einem Faden hangend, in freier Bewegung beobachtet hatte.

[20] (S. 188.) Ein ſehr langſames ſeculäres Fortſchreiten oder gar eine locale Unveränderlichkeit der Magnet-Declination hebt die Verwirrung auf, welche durch telluriſche Einwirkungen in der Quantität des räumlichen Bodenbeſitzes da entſteht, wo mit völliger Unbeachtung der Declinations-Correction das Grundeigenthum, zu ſehr verſchiedenen Zeitepochen, durch bloße Anwendung der Buſſole vermeſſen worden iſt. »The whole mass of West-India property«, ſagt Sir John Herſchel, »has been saved from the bottomless pit of endless litigation by the invariability of the magnetic declination in Jamaica and the surrounding archipelago during the whole of the last century, all surveys of property there having been conducted solely by the compass.« Vergl. Robertſon in den Philos. Transact. for 1806 P. II. p. 348 on the permanency of the compass in Jamaica since 1660. In dem Mutterlande (England) hat ſich die Magnet-Declination in derſelben Zeit um volle 14° verändert.

[21] (S. 188.) Ich habe an einem andern Orte gezeigt, daß man in den auf uns gekommenen Documenten über die Schifffahrten von Chriſtoph Columbus mit vieler Sicherheit drei Ortsbeſtimmungen der atlantiſchen Linie ohne Abweichung für den 13 Sept. 1492, den 21 Mai 1496 und den 16 Auguſt 1498 erkennen kann. Die atlantiſche Curve ohne Abweichung war zu jenen Epochen NO—SW gerichtet. Sie berührte den ſüdamerikaniſchen Continent etwas öſtlich vom Cap Codera, während jetzt die Berührung an der Nordküſte von Braſilien beobachtet wird (Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géogr. T. III. p. 44—48). Aus Gilbert's Physiologia nova de Magnete ſieht man deutlich (und dieſe Thatſache iſt ſehr auffallend), daß im Jahr 1600 die Abweichung noch null in der Gegend der Azoren

war (lib. IV. cap. 1.), ganz wie zu Columbus Zeit. Ich glaube in meinem Examen critique (T. III. p. 54) aus Documenten erwieſen zu haben, daß die berühmte Demarcations-Linie, durch welche der Papſt Alexander VI die weſtliche Hemiſphäre zwiſchen Portugal und Spanien theilte, darum nicht durch die weſtlichſte der Azoren gezogen wurde, weil Columbus eine phyſiſche Abtheilung in eine politiſche zu verwandeln wünſchte. Er legte nämlich eine große Wichtigkeit auf die Zone (raya), „auf welcher die Buſſole keine Variation mehr zeige, wo Luft und Meer, letzteres mit Tang wieſenartig bedeckt, ſich anders geſtalten, wo kühle Winde anfangen zu wehen, und (ſo lehrten es ihn irrige Beobachtungen des Polarſternes) die Geſtalt (Sphäricität) der Erde nicht mehr dieſelbe ſei."

[23] (S. 189.) Es iſt eine Frage von dem höchſten Intereſſe für das Problem der phyſiſchen Urſachen des telluriſchen Magnetismus, ob die beiden ovalen, ſo wunderbar in ſich geſchloſſenen Syſteme iſogoniſcher Linien im Laufe der Jahrhunderte in dieſer geſchloſſenen Form fortrücken oder ſich auflöſen und entfalten werden? In dem oſt-aſiatiſchen Knoten nimmt die Abweichung von außen nach innen zu, im Knoten oder Oval der Südſee findet das Entgegengeſetzte ſtatt; ja man kennt gegenwärtig in der ganzen Südſee, öſtlich vom Meridian von Kamtſchatka, keine Linie ohne Abweichung, keine, die unter 2° wäre (Erman in Poggend. Annalen Bd. XXI. S. 129). Doch ſcheint Cornelius Schouten am Oſtertage des Jahres 1616 etwas ſüdöſtlich von Nukahiva, bei 15° ſüdlicher Breite und 132° weſtl. Länge, alſo mitten in dem jetzigen in ſich geſchloſſenen iſogoniſchen Syſteme, die Abweichung null gefunden zu haben (Hanſteen, Magnetismus der Erde 1819 S. 28). Man muß bei allen dieſen Betrachtungen nicht vergeſſen, daß wir die Richtung der magnetiſchen Linien in ihrem Fortſchreiten nur ſo verfolgen können, wie ſie auf der Erdoberfläche projicirt ſind.

[24] (S. 190.) Arago im Annuaire 1836 p. 284 und 1840 p. 330—338.

[24] (S. 190.) Gauß, Allg. Theorie des Erdmagnetismus § 31.

[25] (S. 190.) Duperrey de la configuration de l'équateur magnétique in den Annales de Chemie T. XLV.

p. 371 und 379 (vergl. auch Morlet in den Mémoires présentés par divers savans à l'Acad. roy. des Sciences T. III. p. 132).

[26] (S. 191.) S. die merkwürdige Carte isokliniſcher Linien im atlantiſchen Ocean für die Jahre 1825 und 1837 in Sabine's Contributions to terrestrial Magnetism 1840 p. 139.

[27] (S. 192.) Humboldt über die ſeculäre Veränderung der magnetiſchen Inclination, in Poggend. Annalen Bd. XV. S. 322.

[28] (S. 193.) Gauß, Reſultate der Beob. des magn. Vereins im Jahr 1838 § 21; Sabine, Report on the variations of the magnetic Intensity p. 63.

[29] (S. 193.) Folgendes iſt der hiſtoriſche Hergang der Auffindung des Geſetzes von der (im allgemeinen) mit der magnetiſchen Breite zunehmenden Intenſität der Kräfte. Als ich mich 1798 der Expedition des Capitän Baudin zu einer Erdumſeglung anſchließen wollte, wurde ich von Borda, der einen warmen Antheil an der Ausführung meiner Entwürfe nahm, aufgefordert, unter verſchiedenen Breiten in beiden Hemiſphären eine ſenkrechte Nadel im magnetiſchen Meridian ſchwingen zu laſſen, um zu ergründen, ob die Intenſität der Kräfte dieſelbe oder verſchieden ſei. Auf meiner Reiſe nach den amerikaniſchen Tropenländern machte ich dieſe Unterſuchung zu einer der Hauptaufgaben meiner Unternehmung. Ich beobachtete, daß dieſelbe Nadel, welche in 10 Minuten zu Paris 245, in der Havana 246, in Mexico 242 Schwingungen vollbrachte, innerhalb derſelben Zeit zu San Carlos del Rio Negro (Breite 1°53′ N., Länge 80°40′ W.) 216, auf dem magnetiſchen Aequator, d. i. der Linie, auf der die Neigung = 0 iſt, in Peru (Br. 7°1′ Süd, Länge 80°40′ W.) nur 211, in Lima (Br. 12°2′ S.) wieder 219 Schwingungen zeigte. Ich fand alſo in den Jahren 1799 bis 1803, daß die Totalkraft, wenn man dieſelbe auf dem magnetiſchen Aequator in der peruaniſchen Andeskette zwiſchen Micuipampa und Caramarca = 1,0000 ſetzt, in Paris durch 1,3482; in Mexico durch 1,3155; in San Carlos del Rio Negro durch 1,0480; in Lima durch 1,0773 ausgedrückt werde. Als ich in der Sitzung des Pariſer Inſtituts am 26 Frimaire des Jahres XIII in einer Abhandlung, deren mathematiſcher Theil Herrn Biot zugehört, dies Geſetz der veränderlichen Intenſität der telluriſchen Magnetkraft

entwickelte und durch den numerischen Werth der Beobachtungen in 104 verschiedenen Punkten erwies, wurde die Thatsache als vollkommen neu betrachtet. Erst nach der Lesung dieser Abhandlung, wie Biot in derselben (Lamétherie, Journal de Physique T. LIX. p. 446 note 2) sehr bestimmt sagt und ich in der Relation hist. T. I. p. 262 note 1 wiederholt habe, theilte Herr de Rossel seine sechs früheren, schon 1791—1794 in Van Diemens Land, in Java und Amboina gemachten Schwingungs-Beobachtungen an Biot mit. Aus denselben ergab sich ebenfalls das Gesetz abnehmender Kraft im indischen Archipelagus. Es ist fast zu vermuthen, daß dieser vortreffliche Mann, in seiner eigenen Arbeit, die Regelmäßigkeit der Zu- und Abnahme der Intensität nicht erkannt hatte, da er von diesem, gewiß nicht unwichtigen physischen Gesetze vor der Lesung meiner Abhandlung unsern gemeinschaftlichen Freunden Laplace, Delambre, Prony und Biot nie etwas gesagt hatte. Erst im Jahr 1808, vier Jahre nach meiner Rückkunft aus Amerika, erschienen die von ihm angestellten Beobachtungen im Voyage d'Entrecasteaux T. II. p. 287, 291, 321, 480 und 644. Bis heute hat man die Gewohnheit beibehalten, in allen magnetischen Intensitäts-Tafeln, welche in Deutschland (Hansteen, Magnet. der Erde 1819 S. 71; Gauß, Beob. des magnet. Vereins 1838 S. 36—39; Erman, Physikal. Beob. 1841 S. 529—579), in England (Sabine, Report on magnet. Intensity 1838 p. 43—62; Contributions to terrestrial Magnetism 1843) und in Frankreich (Becquerel, Traité d'Electr. et de Magnét. T. VII. p. 354—367) erschienen sind, die irgendwo auf dem Erdkörper beobachteten Schwingungen auf das Maaß der Kraft zu reduciren, welches ich auf dem magnetischen Aequator im nördlichen Peru gefunden habe: so daß bei dieser willkührlich angenommenen Einheit die Intensität der magnetischen Kraft zu Paris 1,348 gesetzt wird. Noch älter aber als des Admirals Rossel Beobachtungen sind die, welche auf der unglücklichen Expedition von Lapérouse, von dem Aufenthalt in Teneriffa (1785) an bis zur Ankunft in Macao (1787), durch Lamanon angestellt und an die Akademie der Wissenschaften geschickt wurden. Man weiß bestimmt (Becquerel T. VII. p. 320), daß sie schon im Julius 1787 in den Händen Condorcet's waren; sie sind aber trotz aller Bemühungen bis jetzt nicht wieder

aufgefunden worden. Von einem sehr wichtigen Briefe Lamanon's an den damaligen perpetuirlichen Secretär der Akademie, den man vergessen in dem Voyage de Lapérouse abzudrucken, besitzt der Capitän Duperrey eine Abschrift. Es heißt darin ausdrücklich: »que la force attractive de l'aimant est moindre dans les tropiques qu'en avançant vers les poles, et que l'intensité magnétique déduite du nombre des oscillations de l'aiguille de la boussole d'inclinaison change et augmente avec la latitude.« Hätte die Akademie der Wissenschaften vor der damals gehofften Rückkunft des unglücklichen Lapérouse sich berechtigt geglaubt, im Lauf des Jahres 1787 eine Wahrheit zu publiciren, welche nach einander von drei Reisenden, deren keiner den andern kannte, aufgefunden ward, so wäre die Theorie des tellurischen Magnetismus 18 Jahre früher durch die Kenntniß einer neuen Classe von Erscheinungen erweitert worden. Diese einfache Erzählung der Thatsachen kann vielleicht eine Behauptung rechtfertigen, welche der dritte Band meiner Relation historique (p. 615) enthält: »Les observations sur les variations du magnétisme terrestre auxquelles je me suis livré pendant 32 ans au moyen d'instrumens comparables entre eux en Amérique, en Europe et en Asie, embrassent, dans les deux hémisphères, depuis les frontières de la Dzoungarie chinoise jusque vers l'ouest à la Mer du Sud qui baigne les côtes du Mexique et du Pérou, un espace de 188^{c} de longitude, depuis les 60^{o} de latitude nord jusqu' aux 12^{o} de latitude sud. J'ai regardé la loi du décroissement des forces magnétiques, du pôle à l'équateur, comme le résultat le plus important de mon voyage américain.« Es ist nicht gewiß, aber sehr wahrscheinlich, daß Condorcet den Brief Lamanon's vom Julius 1787 in einer Sitzung der Akademie der Wissenschaften zu Paris vorgelesen hat; und eine solche bloße Vorlesung halte ich für eine vollgültige Art der Publication (Annuaire du Bureau des Longitudes 1842 p. 463). Die erste Erkennung des Gesetzes gehört daher unstreitig dem Begleiter Lapérouse's an; aber, lange unbeachtet oder vergessen, hat, wie ich glauben darf, die Kenntniß des Gesetzes der mit der Breite veränderlichen Intensität der magnetischen Erdkraft erst in der Wissenschaft Leben gewonnen durch die Veröffentlichung meiner Beobachtungen von 1798 bis 1804. Der Gegenstand und die Länge dieser Note wird

denen nicht auffallend sein, welche mit der neueren Geschichte des Magnetismus und dem durch dieselbe angeregten Zweifel vertraut sind, auch aus eigener Erfahrung wissen, daß man einigen Werth auf das legt, womit man sich fünf Jahre lang ununterbrochen unter den Beschwerden des Tropenklima's und gewagter Gebirgsreisen beschäftigt hat.

[80] (S. 194.) Das Maximum der Intensität der ganzen Erdoberfläche ist nach den bisher gesammelten Beobachtungen 2,052, das Minimum 0,706. Beide Erscheinungen gehören der südlichen Hemisphäre an: die erste der Br. 73° 47′ S. und Länge 169° 30′ O., nahe bei Mount Crozier, in WNW des südlichen Magnetpols, an einem Punkte, wo Capitän James Roß die Inclination der Nadel 87°11′ fand (Sabine, Contributions to terrestrial Magnetism 1843 No. 5. p. 231); die zweite, von Erman beobachtete, unter Br. 19° 59′ S. und Länge 37° 24′ W., an 80 Meilen östlich von der brasilianischen Küste der Provinz Espiritu Santo (Erman, Phys. Beob. 1841 S. 570), an einem Punkte, wo die Inclination nur 7° 55′ ist. Das genaue Verhältniß der Intensitäten ist also wie 1 zu 2,906. Man hatte lange geglaubt, die stärkste Intensität der magnetischen Erdkraft sei nur zwei und ein halbmal so groß, als die schwächste, welche die Oberfläche unsers Planeten zeigt (Sabine, Report on magn. Intensity p. 82).

[81] (S. 194.) Vom Bernstein (succinum, glessum) sagt Plinius XXXVII, 3: »Genera ejus plura. Attritu digitorum accepta caloris anima trahunt in se paleas ac folia arida quae levia sunt, ac ut magnes lapis ferri ramenta quoque.« (Plato in Timaeo p. 80; Martin, Études sur le Timée T. II. p. 343—346; Strabo XV. p. 703, Casaub.; Clemens Alex. Strom. II. p. 370, wo sonderbar genug τὸ σούχιον und τὸ ἤλεκτρον unterschieden werden.) Wenn Thales in Aristot. de anima I, 2 und Hippias in Diog. Laertio I, 24 dem Magnet und dem Bernstein eine Seele zuschreiben, so deutet diese Beseelung nur auf ein bewegendes Princip.

[82] (S. 194.) „Der Magnet zieht das Eisen, wie der Bernstein die kleinsten Senfkörner, an. Es ist wie ein Windeshauch, der beide geheimnißvoll durchwehet und pfeilschnell sich mittheilt." Diese Worte gehören dem Kuopho, einem chinesischen Lobredner des Magnets, Schriftsteller aus dem Anfang des 4ten Jahrhunderts (Klaproth, Lettre à M. A. de Humboldt, sur l'invention de la boussole, 1834 p. 125).

[33] (S. 195.) »The phenomena of periodical variations depend manifestly on the action of solar heat, operating probably through the medium of thermoelectric currents induced on the earth's surface. Beyond this rude guess however, nothing is as yet known of the physical cause. It is even still a matter of speculation, whether the solar influence be a principal, or only a subordinate cause in the phenomena of terrestrial magnetism.« (Observ. to be made in the Antarctic Exped. 1840 p. 35.)

[34] (S. 196.) Barlow in den Philos. Transact. for 1822 P. I. p. 117; Sir David Brewſter, Treatise on Magnetism p. 129. Lange vor Gilbert und Hooke ward ſchon in dem chineſiſchen Werke Ou-thſa-tſou gelehrt, daß die Hitze die Richtkraft der Magnetnadel vermindere (Klaproth, Lettre à M. A. de Humboldt, sur l'invention de la boussole p. 96).

[35] (S. 197.) S. die Abhandlung on Terrestrial Magnetism im Quart. Review 1840 Vol. LXVI. p. 271—312.

[36] (S. 197.) Als die erſte Aufforderung zur Errichtung dieſer Warten (eines Netzes von Stationen, die mit gleichartigen Inſtrumenten verſehen ſind) von mir ausging, durfte ich nicht die Hoffnung hegen, daß ich ſelbſt noch die Zeit erleben würde, wo durch die vereinte Thätigkeit trefflicher Phyſiker und Aſtronomen, hauptſächlich aber durch die großartige und ausdauernde Unterſtützung zweier Regierungen, der ruſſiſchen und großbritanniſchen, beide Hemiſphären mit magnetiſchen Häuſern gleichſam bedeckt ſein würden. Ich hatte in den Jahren 1806 und 1807 zu Berlin mit meinem Freunde und Mitarbeiter Herrn Oltmanns, beſonders zur Zeit der Solſtitien und Aequinoctien, 5—6 Tage und eben ſo viel Nächte ununterbrochen von Stunde zu Stunde, oft von halber zu halber Stunde, den Gang der Nadel beobachtet. Ich hatte mich überzeugt, daß fortlaufende, ununterbrochene Beobachtungen (observatio perpetua) von mehreren Tagen und Nächten den vereinzelten Beobachtungen vieler Monate vorzuziehen ſeien. Der Apparat, ein Prony'ſches magnetiſches Fernrohr, in einem Glaskaſten an einem Faden ohne Torſion aufgehangen, gab an einem fern aufgeſtellten fein getheilten, bei Nacht durch Lampen erleuchteten Signale Winkel von 7 bis 8 Secunden. Magnetiſche Perturbationen (Unge-

witter), die bisweilen in mehreren auf einander folgenden Nächten zu denselben Stunden wiederkehrten, ließen mich schon damals den lebhaften Wunsch äußern, ähnliche Apparate in Westen und Osten von Berlin benutzt zu sehen, um allgemeine tellurische Phänomene von dem zu unterscheiden, was localen Störungen im Innern des ungleich erwärmten Erdkörpers oder in der wolkenbildenden Atmosphäre zugehört. Meine Abreise nach Paris und die lange politische Unruhe im ganzen westlichen Europa hinderten damals die Erfüllung jenes Wunsches. Das Licht, welches (1820) die große Entdeckung Oersted's über den inneren Zusammenhang der Electricität und des Magnetismus verbreitete, erweckte endlich, nach langem Schlummer, ein allgemeines Interesse für den periodischen Wechsel der electro-magnetischen Ladung des Erdkörpers. Arago, der mehrere Jahre früher in der Sternwarte zu Paris, mit einem neuen vortrefflichen Gambey'schen Declinations-Instrumente, die längste ununterbrochene Reihe stündlicher Beobachtungen begonnen hatte, welche wir in Europa besitzen, zeigte durch Vergleichung mit gleichzeitigen Perturbations-Beobachtungen in Kasan, welchen Gewinn man aus correspondirenden Messungen der Abweichung ziehen könne. Als ich nach einem 18jährigen Aufenthalte in Frankreich nach Berlin zurückkehrte, ließ ich im Herbst 1828 ein kleines magnetisches Haus aufführen: nicht bloß, um die 1806 begonnene Arbeit fortzusetzen, sondern hauptsächlich, damit zu verabredeten Stunden gleichzeitig in Berlin, Paris und Freiberg (in einer Teufe von 35 Lachtern unter Tage) beobachtet werden könne. Die Gleichzeitigkeit der Perturbationen und der Parallelismus der Bewegungen für October und December 1829 wurde damals schon graphisch dargestellt (Poggend. Annalen Bd. XIX. S. 357 Tafel I—III). Eine auf Befehl des Kaisers von Rußland im Jahre 1829 unternommene Expedition im nördlichen Asien gab mir bald Gelegenheit, meinen Plan in einem größeren Maaßstabe auszudehnen. Es wurde dieser Plan in einer von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften speciell ernannten Commission entwickelt; und unter dem Schutze des Chefs des Bergcorps, Grafen von Cancrin, und der vortrefflichen Leitung des Prof. Kupffer kamen magnetische Stationen von Nicolajeff an durch das ganze nördliche Asien über Catharinenburg, Barnaul und Nertschinsk bis Peking zu Stande. Das Jahr 1832 (Göttinger gelehrte Anzeigen

St. 206) bezeichnet die große Epoche, in welcher der tiefsinnige Gründer einer allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus, Friedrich Gauß, in der Göttinger Sternwarte die nach neuen Principien construirten Apparate aufstellte. Das magnetische Observatorium war 1834 vollendet, und in demselben Jahre (Resultate der Beob. des magnetischen Vereins im Jahr 1838 S. 135 und Poggend. Annalen Bd. XXXIII. S. 426) verbreitete Gauß seine Instrumente und Beobachtungsmethode, an denen der sinnreiche Physiker Wilhelm Weber den lebhaftesten Antheil nahm, über einen großen Theil von Deutschland, Schweden und ganz Italien. In diesem nun von Göttingen wie von einem Centrum ausgehenden magnetischen Vereine wurden seit 1836 vier Jahrestermine von 24stündiger Dauer festgesetzt, welche mit denen der Aequinoctien und Solstitien, die ich befolgt und 1830 vorgeschlagen hatte, nicht übereinstimmten. Bis dahin hatte Großbritannien, im Besitz des größten Welthandels und der ausgedehntesten Schiffahrt, keinen Theil an der Bewegung genommen, welche seit 1828 wichtige Resultate für die ernstere Ergründung des tellurischen Magnetismus zu verheißen anfing. Ich war so glücklich, durch eine öffentliche Aufforderung, die ich von Berlin aus unmittelbar an den damaligen Präsidenten der Königl. Societät zu London, den Herzog von Sussex, im April 1836 richtete (Lettre de Mr. de Humboldt à S. A. R. le Duc de Sussex sur les moyens propres à perfectionner la connaissance du magnétisme terrestre par l'établissement de stations magnétiques et d'observations correspondantes), ein wohlwollendes Interesse für ein Unternehmen zu erregen, dessen Erweiterung längst das Ziel meiner heißesten Wünsche war. Ich drang in dem Briefe an den Herzog von Sussex auf permanente Stationen in Canada, St. Helena, auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung, Ile de France, Ceylon und Neu-Holland, welche ich schon fünf Jahre früher als vortheilhaft bezeichnet hatte. Es wurde in dem Schooße der Royal Society ein Joint Physical and Meteorological Committee ernannt, welches der Regierung neben den fixed magnetic Observatories in beiden Hemisphären ein equipment of a naval Expedition for magnetic observations in the Antarctic Seas vorschlug. Was die Wissenschaft in dieser Angelegenheit der großen Thätigkeit von Sir John Herschel, Sabine, Airy und Lloyd,

wie der mächtigen Unterſtützung der 1838 zu Newcaſtle verſammelten British Association for the advancement of Science verdankt, brauche ich hier nicht zu entwickeln. Im Junius 1839 wurde die magnetiſche antarctiſche Expedition unter dem Befehle des Capitäns James Clark Roß beſchloſſen; und jetzt, da ſie ruhmvoll zurückgekehrt iſt, genießen wir zwiefache Früchte, die der wichtigſten geographiſchen Entdeckungen am Südpole, und die gleichzeitiger Beobachtungen in 8 bis 10 magnetiſchen Stationen.

[87] (S. 198.) Ampère, ſtatt die innere Erdwärme einem Uebergange der Stoffe aus dem dunſtartig-flüſſigen in den ſtarren Zuſtand bei Bildung des Planeten zuzuſchreiben, hing der, mir ſehr unwahrſcheinlichen Meinung an, die Erdwärme ſei Folge der fortdauernden chemiſchen Wirkung eines Kernes von Erd- und alkaliſchen Metallen gegen die ſich oxydirende äußere Rinde. »On ne peut douter, ſagt er in der meiſterhaften Théorie des phénomènes électro-dynamiques (1826 p. 199), qu'il existe dans l'intérieur du Globe des courants électro-magnétiques et que ces courants sont la cause de la chaleur qui lui est propre. Ils naissent d'un noyau métallique central composé des métaux que Sir Humphry Davy nous a fait connaître, agissant sur la couche oxidée qui entoure le noyau.«

[88] (S. 198.) Der denkwürdige Zuſammenhang zwiſchen der Krümmung der magnetiſchen Linien und der Krümmung meiner Iſothermen iſt zuerſt von Sir David Brewſter aufgefunden worden; ſ. Transactions of the Royal Society of Edinburgh Vol. IX. 1821 p. 318 und Treatise on Magnetism 1837 p. 42, 44, 47 und 268. Dieſer berühmte Phyſiker nimmt in der nördlichen Erdhälfte zwei Kältepole (poles of maximum cold) an, einen amerikaniſchen (Br. 73°, Länge 102° Weſt, nahe bei Cap Walker) und einen aſiatiſchen (Br. 73°, Länge 78° Oſt); daraus entſtehen nach ihm zwei Wärme- und zwei Kälte-Meridiane, d. h. Meridiane der größten Wärme und Kälte. Schon im 16ten Jahrhunderte lehrte Acoſta (Historia natural de las Indias 1589 lib. I cap. 17), indem er ſich auf die Beobachtungen eines vielerfahrnen portugieſiſchen Piloten gründete, daß es vier Linien ohne Abweichung gebe. Dieſe Anſicht ſcheint durch die Streitigkeiten des Henry Bond (Verfaſſers der Longitude found 1676) mit Beckborrow auf Halley's Theorie der vier Magnetpole einigen

Einfluß gehabt zu haben. S. mein Examen critique de l'hist. de la Géographie T. III. p. 60.

[39] (S. 198.) Halley in den Philosophical Transactions Vol. XXIX. (for 1714—1716) No. 341.

[40] (S. 198.) Dove in Poggendorff's Annalen Bd. XX. S. 341, Bd. XIX. S. 388: „Die Declinationsnadel verhält sich ungefähr wie ein atmosphärisches Electrometer, dessen Divergenz ebenfalls die gesteigerte Spannung der Electricität erzeugt, ehe diese so groß geworden ist, daß der Funken (Blitz) überschlagen kann." Vergl. auch die scharfsinnigen Betrachtungen des Prof. Kämtz in seinem Lehrbuch der Meteorologie Bd. III. S. 511—519; Sir David Brewster, Treatise on Magnetism p. 280. Ueber die magnetischen Eigenschaften des galvanischen Flammen- oder Lichtbogens an einer Bunsen'schen Kohlenzinkbatterie s. Casselmann's Beob. (Marburg 1844) S. 56—62.

[41] (S. 199.) Argelander in dem wichtigen Aufsatze über das Nordlicht, welchen er den Vorträgen, gehalten in der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg, Bd. I. 1834 S. 257—264 einverleibt hat.

[42] (S. 200.) Ueber die Resultate der Beobachtungen von Lottin, Bravais und Siljerström, welche einen Winter in Bosekop an der lapländischen Küste (Br. 70°) zugebracht und in 210 Nächten 160 Nordlichter gesehen haben, s. Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. X. p. 289 und Martins, Météorologie 1843 p. 453. Vergl. auch Argelander in den Vorträgen, geh. in der Königsberg. Gesellschaft, Bd. I. S. 259.

[43] (S. 202.) John Franklin, Narrative of a Journey to the shores of the Polar Sea in the years 1819—1822 p. 552 und 597; Thienemann im Edinburgh Philos. Journal Vol. XX. p. 366; Farquharson a. a. O. Vol. VI. p. 392; Wrangel, Phys. Beob. S. 59. Parry sah selbst den großen Nordlichtbogen bei Tage stehen bleiben; Journal of a second Voyage, performed in 1821—1823, p. 156. Etwas ähnliches war am 9 Sept. 1827 in England bemerkt worden. Man unterschied am hellen Mittag einen 20° hohen Lichtbogen und leuchtende, aus ihm aufsteigende Säulen in einem, nach vorhergegangenem Regen klar gewordenen Theile des Himmels. Journal of the Royal Institution of Gr. Britain 1828 Jan. p. 429.

[44] (S. 202.) Ich habe nach der Rückkunft von meiner amerikaniſchen Reiſe die aus zarten, wie durch die Wirkung abſtoßender Kräfte ſehr gleichmäßig unterbrochenen Wolken-Häufchen (cirro-cumulus) als Polarſtreifen (bandes polaires) beſchrieben, weil ihre perſpectiviſchen Convergenz-Punkte meiſt anfangs in den Magnetpolen liegen, ſo daß die parallelen Reihen der Schäfchen dem magnetiſchen Meridiane folgen. Eine Eigenthümlichkeit dieſes räthſelhaften Phänomens iſt das Hin- und Herſchwanken, oder zu anderer Zeit das allmälige regelmäßige Fortſchreiten des Convergenz-Punktes. Gewöhnlich ſind die Streifen nur nach Einer Weltgegend ganz ausgebildet, und in der Bewegung ſieht man ſie, erſt von S. nach N., und allmälig von O. nach W. gerichtet. Veränderten Luftſtrömen in der oberſten Region der Atmoſphäre möchte ich das Fortſchreiten der Zonen nicht zuſchreiben. Sie entſtehen bei ſehr ruhiger Luft und großer Heiterkeit des Himmels, und ſind unter den Tropen viel häufiger als in der gemäßigten und kalten Zone. Ich habe das Phänomen in der Andeskette faſt unter dem Aequator in 14000 Fuß Höhe, wie im nördlichen Aſien in den Ebenen zu Krasnojarſki, ſüdlich von Buchtarminſk, ſich ſo auffallend gleich entwickeln ſehen, daß man es als einen weitverbreiteten von allgemeinen Naturkräften abhängigen Proceß zu betrachten hat. S. die wichtigen Bemerkungen von Kämtz (Vorleſungen über Meteorologie 1840 S. 146), wie die neueren von Martins und Bravais (Météorologie 1843 p. 117). Bei Süd-Polarbanden, aus ſehr leichtem Gewölk zuſammengeſetzt, welche Arago bei Tage den 23 Juni 1844 zu Paris bemerkte, ſchoſſen aus einem, von Oſten gegen Weſten gerichteten Bogen dunkle Strahlen aufwärts. Wir haben ſchon oben (S. 156) bei nächtlich leuchtenden Nord-Polarlichtern ſchwarzer, einem dunkeln Rauch ähnlicher Strahlen erwähnt.

[45] (S. 203.) Das Nordlicht heißt auf den Shetland-Inſeln the merry dancers. Kendal im Quarterley Journal of Science, new Series Vol. IV. p. 395.

[46] (S. 203.) Siehe die vortreffliche Arbeit von Muncke in der neuen Ausgabe von Gehler's Phyſik. Wörterbuch Bd. VII, 1. S. 113—268, beſonders S. 158.

[47] (S. 204.) Farquharſon im Edinb. Philos. Journal Vol. XVI. p. 304; Philos. Transact. for 1829 p. 113.

[48] (S. 206.) Kämtz, Lehrbuch der Meteorologie Bd. III. S. 498 und 501.

[49] (S. 207.) Arago über die trocknen Nebel von 1783 und 1831, welche die Nacht erleuchteten, im Annuaire du Bureau des Longitudes 1832 p. 246 und 250; und über sonderbare Lichterscheinungen in Wolken ohne Gewitter s. Notices sur la Tonnerre im Annuaire pour l'an 1838. p. 279—285.

[50] (S. 211.) Herod. IV, 28. Gegen das alte Vorurtheil (Plin. II, 80), daß Aegypten frei von Erdbeben sei, spricht schon der eine wiederhergestellte Coloß des Memnon (Letronne, La Statue vocale de Memnon 1833 p. 25—26); aber freilich liegt das Nilthal außerhalb des Erschütterungskreises von Byzanz, dem Archipel und Syrien (Ideler ad Aristot. Meteor. p. 584).

[51] (S. 211.) Saint-Martin in den gelehrten Noten zu Lebeau, Hist. du Bas Empire T. IX. p. 401.

[52] (S. 211.) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 110—118. Ueber den Unterschied der Erschütterung der Oberfläche und der darunter liegenden Erdschichten s. Gay-Lussac in den Annales de Chimie et de Physique T. XXII. p. 429.

[53] (S. 212.) Tutissimum est cum vibrat crispante aedificiorum crepitu; et cum intumescit assurgens alternoque motu residet, innoxium et cum concurrentia tecta contrario ictu arietant; quoniam alter motus alteri renititur. Undantis inclinatio et fluctus more quaedam volutatio infesta est, aut cum in unam partem totus se motus impellit. Plin. II, 82.

[54] (S. 213.) Selbst in Italien hat man angefangen die Unabhängigkeit der Erdstöße von den Witterungsverhältnissen, d. h. von dem Anblick des Himmels unmittelbar vor der Erschütterung, einzusehen. Friedrich Hoffmann's numerische Angaben stimmen ganz mit den Erfahrungen des Abbate Scina von Palermo überein; s. des Ersteren hinterlassene Werke Bd. II. S. 366—375. Röthliche Nebel am Tage des Erdbebens, kurz vor demselben, habe ich einige Male selbst beobachtet; ja am 4 Nov. 1799 habe ich zwei heftige Erdstöße in dem Augenblicke eines starken Donnerschlages erlebt (Relation hist. liv. IV chap. 10); der Turiner Physiker Vasalli Eandi hat bei den langdauernden Erdbeben von Pignerol (vom 2 April bis 17 Mai 1808) Volta's Electrometer heftig bewegt gesehen (Journal de Phys. T. LXVII. p. 291). Aber diese

Zeichen des Nebels, der veränderten Luft-Electricität, der Windstille dürfen nicht als allgemein bedeutsam, als mit der Erschütterung nothwendig zusammenhangend betrachtet werden: da man in Quito, Peru und Chili, wie in Canada und Italien so viele Erdbeben bei dem reinsten, völlig dunstfreien Himmel, bei dem frischesten Land- und Seewinde beobachtet hat. Wenn aber auch an dem Tage des Erdbebens selbst oder einige Tage vorher kein meteorologisches Zeichen die Erschütterung verkündigt, so ist doch der Einfluß der Jahreszeiten (der Frühjahr- und Herbst-Aequinoctien), des Eintritts der Regenzeit nach langer Dürre unter den Tropen, und des Wechsels der Moussons, für die der allgemeine Volksglaube spricht, nicht darum ganz wegzuläugnen, weil uns bis jetzt der genetische Zusammenhang meteorologischer Processe mit dem, was in dem Innern der Erdrinde vorgeht, wenig klar ist. Numerische Untersuchungen über die Vertheilung der Erdbeben unter die verschiedenen Jahreszeiten, wie sie von Herrn von Hoff, Peter Merian und Friedrich Hoffmann mit vielem Fleiße angestellt worden sind, sprechen für die Epochen der Tag- und Nachtgleichen. — Auffallend ist es, wie Plinius am Ende seiner phantastischen Erdbeben-Theorie die ganze furchtbare Erscheinung ein unterirdisches Gewitter nennt; nicht sowohl wegen des rollenden Getöses, welches die Erdstöße so oft begleitet, sondern weil die elastischen, durch Spannung erschütternden Kräfte sich in inneren Erdräumen anhäufen, wenn sie in dem Luftkreise fehlen! Ventos in causa esse non dubium reor. Neque enim unquam intremiscunt terrae, nisi sopito mari caeloque adeo tranquillo, ut volatus avium non pendeant, subtracto omni spiritu qui vehit; nec unquam nisi post ventos conditos, scilicet in venas et cavernas ejus occulto afflatu. Neque aliud est in terra tremor, quam in nube tonitruum; nec hiatus aliud quam cum fulmen erumpit, incluso spiritu luctante et ad libertatem exire nitente. (Plin. II, 79.) In Seneca (Nat. Quaest. VI, 4—31) liegt übrigens ziemlich vollständig der Keim von allem, was man bis zur neuesten Zeit über die Ursachen der Erdbeben beobachtet und gefabelt hat.

[55] (S. 213.) Beweise, daß der Gang der stündlichen Barometer-Veränderungen vor und nach den Erdstößen nicht gestört werde, habe ich gegeben in Rel. hist. T. I. p. 311 und 513.

[56] (S. 213.) Humboldt, Rel. hist. T. I. p. 515—517.

[57] (S. 216.) Ueber die bramidos von Guanaruato ſ. mein Essai polit. sur la Nouv. Espagne T. I. p. 303. Das unterirdiſche Getöſe ohne alle bemerkbare Erſchütterung in den tiefen Bergwerken und an der Oberfläche (die Stadt Guanaruato liegt 6420 Fuß über dem Meere) wurde nicht in der nahen Hochebene, ſondern bloß in dem gebirgigen Theile der Sierra, von der Cueſta de los Aguilares unweit Marfil bis nördlich von Santa Roſa gehört. Nach einzelnen Gegenden der Sierra, 6—7 Meilen nordweſtlich von Guanaruato, jenſeits Chichimequillo bei der ſiedenden Quelle von San José de Comangillas, gelangten die Schallwellen nicht. Wunderbar gewaltſame Maaßregeln wurden vom Magiſtrat der großen Bergſtadt ſchon den 14 Januar (1784), als der Schrecken über den unterirdiſchen Donner am größten war, angeordnet. „Jede Flucht einer Familie ſollte bei Reichen mit 1000 Piaſtern, bei Armen mit 2 Monat Gefängniß beſtraft werden. Die Miliz ſollte die Fliehenden zurückholen.“ Am denkwürdigſten iſt die Meinung, welche die Obrigkeit (el Cabildo) von ihrem Beſſer-Wiſſen hegte. Ich finde in einer der Proclamas den Ausdruck: „die Obrigkeit würde in ihrer Weisheit (en su Sabiduria) ſchon erkennen, wenn wirkliche Gefahr vorhanden ſei, und dann zur Flucht mahnen; für jetzt ſeien nur Proceſſionen abzuhalten.“ Es entſtand Hungersnoth, da aus Furcht vor den truenos keine Zufuhr aus der kornreichen Hochebene kam. — Auch die Alten kannten ſchon Getöſe ohne Erdſtöße; Ariſtot. Meteor. II. p. 802, Plin. II, 80. Das ſonderbare Getöſe, welches vom März 1822 bis September 1824 in der dalmatiſchen Inſel Meleda (4 Meilen von Raguſa) vernommen wurde und über welches Partſch viel Licht verbreitet hat, war doch bisweilen von Erdſtößen begleitet.

[58] (S. 218.) Drake, Nat. and statist. View of Cincinnati p. 232—238; Mitchell in den Transactions of the Litt. and Philos. Soc. of New-York Vol. I. p. 281—308. In der piemonteſiſchen Grafſchaft Pignerol blieben Waſſergläſer, die man bis zum Ueberlaufen angefüllt hatte, Stunden lang in ununterbrochener Bewegung.

[59] (S. 219.) Im Spaniſchen ſagt man: rocas que hacen puente. Mit dieſem Phänomen der Nichtfortpflanzung durch obere Schichten hängt die merkwürdige Erfahrung zuſammen, daß im

Anfang dieſes Jahrhunderts in den tiefen Silberbergwerken zu Marienberg im ſächſiſchen Erzgebirge Erdſtöße gefühlt wurden, die man auf der Oberfläche ſchlechterdings nicht ſpürte. Die Bergleute fuhren erſchrocken aus. Umgekehrt bemerkten (Nov. 1823) die in den Gruben von Falun und Persberg arbeitenden Bergleute nichts von den heftigen Erſchütterungen, welche über Tage alle Einwohner in Schrecken ſetzten.

[60] (S. 220.) Sir Alex. Burnes, Travels into Bokhara Vol. I. p. 18; und Wathen, Mem. on the Usbek State im Journal of the Asiatic Soc. of Bengal Vol. III. p. 337.

[61] (S. 221.) Philos. Transact. Vol. XLIX. p. 414.

[62] (S. 222.) Ueber die Frequenz der Erdſtöße in Caſchmir ſ. Troyer's Ueberſetzung des alten Radjatarangini Vol. II. p. 297 und Reiſen von Carl v. Hügel Bd. II. S. 184.

[63] (S. 223.) Strabo lib. I. p. 100, Casaub. Daß der Ausdruck πηλοῦ διαπύρου ποταμόν nicht Koth (Schlammauswurf), ſondern Lava andeutet, erhellt deutlich aus Strabo lib. VI p. 412. Vergl. Walter über Abnahme der vulkaniſchen Thätigkeit in hiſtoriſchen Zeiten 1844 S. 25.

[64] (S. 225.) Biſchof's gehaltvolle Schrift: Wärmelehre des inneren Erdkörpers.

[65] (S. 225.) Ueber die arteſiſchen Feuerbrunnen (Ho-tſing) in China und den alten Gebrauch von tragbarem Gas (in Bambusröhren) bei der Stadt Khiung-tſcheu ſ. Klaproth in meiner Asie centrale T. II. p. 519—530.

[66] (S. 226.) Bouſſingault (Annales de Chimie T. LII. p. 181) bemerkte in den Vulkanen von Neu-Granada gar keine Ausſtrömung von Hydrochlorſäure, während daß Monticelli in der Eruption von 1813 am Veſuv ſie in ungeheurer Menge fand.

[67] (S. 226.) Humboldt, Recueil d'Observ. astronomiques T. I. p. 311 (Nivellement barométrique de la Cordillère des Andes No. 206).

[68] (S. 226.) Adolph Brongniart in den Annales des Sciences naturelles T. XV. p. 225.

[69] (S. 227.) Biſchof a. a. O. S. 324 Anm. 2.

[70] (S. 228.) Humboldt, Asie centr. T. I. p. 43.

[71] (S. 228.) Ueber die Theorie der Iſogeothermen (Chthoniſothermen) ſ. die ſcharfſinnigen Arbeiten von Kupffer in

Poggend. Ann. Bd. XV. S. 184 und Bd. XXXII. S. 270, im Voyage dans l'Oural p. 382—398 und im Edinb. Journal of Science, new Series Vol. IV. p. 355. Vergl. Kämtz. Lehrb. der Meteor. Bd. II. S. 217, und über das Aufsteigen der Chthonisothermen in Gebirgsgegenden Bischof S. 174—198.

[73] (S. 228.) Leop. v. Buch in Poggend. Ann. Bd. XII. S. 405.

[73] (S. 228.) Ueber die Temperatur der Regentropfen in Cumana, welche bis 22°,3 herabsinkt, wenn die Luft-Temperatur kurz vorher 30°—31° gewesen war und während des Regens 23°,4 zeigte, s. meine Rel. hist. T. II. p. 22. Die Regentropfen verändern, indem sie herabfallen, die Normal-Temperatur ihrer Entstehung, welche von der Höhe der Wolkenschichten und deren Erwärmung an der oberen Fläche durch die Sonnenstrahlen abhängt. Nachdem nämlich die Regentropfen bei ihrer ersten Bildung, wegen der frei werdenden latenten Wärme, eine höhere Temperatur als das umgebende Medium in der obern Atmosphäre angenommen haben, erwärmen sie sich allerdings etwas mehr, indem sich im Fallen und bei dem Durchgange durch niedere, wärmere Luftschichten Wasserdampf auf sie niederschlägt und sie sich so vergrößern (Bischof, Wärmelehre des inneren Erdkörpers S. 73); aber diese Erwärmung wird durch Verdampfung compensirt. Erkältung der Atmosphäre durch Regen wird (das abgerechnet, was wahrscheinlich dem electrischen Proceß bei Gewitterregen angehört) durch die Tropfen erregt, die, selbst von niedriger Temperatur wegen des Orts ihrer Entstehung, einen Theil der kalten höheren Luftschichten herabdrängen und, den Boden benetzend, Verdampfung hervorbringen. Dies sind die gewöhnlichen Verhältnisse der Erscheinung. Wenn in seltenen Fällen die Regentropfen wärmer (Humboldt, Rel. hist. T. III. p. 513) als die untere sie umgebende Luft sind, so kann vielleicht die Ursach in oberen warmen Strömungen oder in größerer Erwärmung langgedehnter, wenig dicker Wolken durch Insolation gesucht werden. Wie übrigens das Phänomen der Supplementar-Regenbogen, welche durch Interferenz des Lichtes erklärt werden, mit der Größe der fallenden Regentropfen und ihrer Zunahme zusammenhange; ja wie ein optisches Phänomen, wenn man es genau zu beobachten weiß, uns über einen meteorologischen Proceß nach Verschiedenheit der

Zonen belehren kann: hat Arago mit vielem Scharfſinn entwickelt im Annuaire pour 1836 p. 300.

[74] (S. 229.) Nach Bouſſingault's gründlichen Unterſuchungen ſcheint mir kein Zweifel darüber obzuwalten, daß unter den Tropen in ſehr geringen Tiefen die Boden-Temperatur im ganzen der mittleren Luft-Temperatur gleich iſt. Ich begnüge mich folgende Beiſpiele hier anzuführen:

Stationen in der Tropenzone.	1 Fuß unter der Oberfläche der Erde.	Mittlere Temperatur der Luft.	Höhe über der Meeresfläche in Pariſer Fuß.
Guayaquil	26°,0	25°,6	0
Anſerma nuevo . .	23°,7	23°,8	3231
Zupia	21°,5	21°,5	3770
Popayan	18°,2	18°,7	5564
Quito	15°,5	15°,5	8969

Die Zweifel über die Erdwärme zwiſchen den Wendekreiſen, zu denen ich ſelbſt vielleicht durch meine Beobachtungen in der Höhle von Caripe (Cueva del Guacharo) Anlaß gegeben habe (Rel. hist. T. III. p. 191—196), werden durch die Betrachtung gelöſt, daß ich die vermuthete mittlere Luft-Temperatur des Kloſters Caripe (18°,5) nicht mit der Luft-Temperatur in der Höhle (18°,7), ſondern mit der Temperatur des unterirdiſchen Baches (16°,8) verglichen hatte; ob ich gleich ſelbſt ſchon ausgeſprochen (Rel. hist. T. III. p. 146 und 194), daß zu den Waſſern der Höhle ſich wohl höhere Bergwaſſer könnten gemiſcht haben.

[75] (S. 230.) Bouſſingault in den Ann. de Chimie T. LII. p. 181. Die Quelle von Chaudes Aigues in der Auvergne hat nur 80°. Auch iſt zu bemerken, daß, während die Aguas calientes de las Trincheras ſüdlich von Portocabello (Venezuela), aus einem in regelmäßige Bänke geſpaltenen Granit ausbrechend, fern von allen Vulkanen volle 97° Wärme zeigen, alle Quellen am Abhange der noch thätigen Vulkane (Paſto, Cotopaxi und Tunguragua) nur eine Temperatur von 36°—54° haben.

[76] (S. 231.) Die Kaſſotis (Brunnen des heil. Nikolaus) und Kaſtalia-Quellen (Fuß der Phädriaden) in Pauſanias X. 24, 5

und X. 8, 9; die Pirene (Akrokorinth) in Strabo p. 379; die Erasinos-Quelle (Berg Chaon südlich von Argos) in Herod. VI, 67 und Pausan. II. 24, 7; die Quellen von Aedepsos (Euböa), von denen einige 31°, andere 62° bis 75° Wärme haben, in Strabo p. 60 und 447, Athenäus II. 3,73; die warmen Quellen von Thermopylä am Fuß des Oeta, zu 65°, in Pausan. X. 21, 2. (Alles aus handschriftlichen Nachrichten von dem gelehrten Begleiter Otfried Müller's, Herrn Professor Curtius.)

[77] (S. 231.) Plin. II, 106; Seneca, Epist. 79 § 3 ed. Ruhkopf. (Beaufort, Survey of the Coast of Karamania 1820 Art. Yanar, bei Deliktasch, dem alten Phaselis, p. 24.) Vergl. auch Ctesias Fragm. cap. 10 p. 250 ed. Bähr; Strabo lib. XIV p. 665 Casaub.

[78] (S. 231.) Arago im Annuaire pour 1835 p. 234.

[79] (S. 231.) Acta S. Patricii p. 555 ed. Ruinart, T. II p. 385 Mazochi. Dureau de la Malle hat zuerst auf diese merkwürdige Stelle aufmerksam gemacht in den Recherches sur la Topographie de Carthage 1835 p. 276. (Vergl. Seneca, Nat. Quaest. III, 24.)

[80] (S. 234.) Humboldt, Rel. hist. T. III. p. 562—567; Asie centrale T. I. p. 43, T. II. p. 505—515; Vues des Cordillères Pl. XLI. Ueber die Macalubi (das arabische makhlub, umgestürzt, das Umgekehrte, von der Wurzel khalaba) und wie „die Erde flüssige Erde ausstößt", s. Solinus cap. 5: idem ager Agrigentinus eructat limosas scaturigines, et ut venae fontium sufficiunt rivis subministrandis, ita in hac Siciliae parte solo nunquam deficiente, aeterna rejectatione terram terra evomit.

[81] (S. 235.) S. die interessante kleine Carte der Insel Nisyros in Roß, Reisen auf den griechischen Inseln Bd. II. 1843 S. 69.

[82] (S. 236.) Leopold von Buch, Phys. Beschreibung der Canarischen Inseln S. 326; derselbe über Erhebungscratere und Vulcane, in Poggend. Ann. Bd. XXXVII. S. 169. Schon Strabo unterscheidet sehr schön da, wo er der Trennung Siciliens von Calabrien erwähnt, die zwiefache Bildung von Inseln. „Einige Inseln", sagt er (lib. VI p. 258 ed. Casaub.), „sind Bruchstücke des festen Landes; andere sind aus dem Meere, wie noch jetzt sich zuträgt, hervorgegangen. Denn die Hochsee-Inseln (die

weit hinaus im Meere liegenden) wurden wahrſcheinlich aus der Tiefe emporgehoben, hingegen die an Vorgebirgen liegenden ſcheinen (vernunftgemäß) dem Feſtlande abgeriſſen."

[83] (S. 236.) Ocre Fisove (Mons Vesuvius) in umbriſcher Sprache (Laſſen, Deutung der Eugubiniſchen Tafeln, im Rhein. Muſeum 1832 S. 387); das Wort ocre iſt ſehr wahrſcheinlich ächt umbriſch, und bedeutet, ſelbſt nach Feſtus, Berg. Aetna würde, wenn nach Voß *Αἴτνη* ein helleniſcher Laut iſt und mit *αἴθω* und *αἰθνος* zuſammenhängt, ein Brand- und Glanzberg ſein; aber der ſcharfſinnige Parthey bezweifelt dieſen helleniſchen Urſprung aus etymologiſchen Gründen: auch weil der Aetna keineswegeſ als ein leuchtendes Feuerzeichen für helleniſche Schiffer und Wanderer daſteht, wie der raſtlos arbeitende Stromboli (Strongyle), den Homer zu bezeichnen ſcheint (Odyss. XII, 68, 202 und 219), wenn auch die geographiſche Lage minder beſtimmt angegeben iſt. Ich vermuthe, daß der Name Aetna ſich in der Sprache der Siculer finden würde, wenn man irgend erhebliche Reſte derſelben beſäße. Nach Diodor (V, 6) wurden die Sicaner, d. i. die Eingebornen von Sicilien (Völker, die vor den Siculern die Inſel bewohnten), durch Eruptionen des Aetna, welche mehrere Jahre dauerten, gezwungen ſich in den weſtlichen Theil des Landes zu flüchten. Die älteſte beſchriebene Eruption des Aetna iſt die von Pindar und Aeſchylus erwähnte unter Hieron Ol. 75, 2. Es iſt wahrſcheinlich, daß Heſiodus ſchon verheerende Wirkungen des Aetna vor den griechiſchen Niederlaſſungen gekannt habe; doch über den Namen *Αἴτνη* im Text des Heſiodus bleiben Zweifel, deren ich an einem anderen Orte umſtändlicher gedacht habe (Humboldt, Examen crit. de la Géogr. T. I. p. 168).

[84] (S. 236.) Seneca, Epist. 79.

[85] (S. 236.) Aelian, Var. hist. VIII, 11.

[86] (S. 239.) Petri Bembi Opuscula (Aetna Dialogus), Basil. 1556 p. 63: »quicquid in Aetnae matris utero coalescit, nunquam exit ex cratere superiore, quod vel eo incendere gravis materia non queat, vel, quia inferius alia spiramenta sunt, non fit opus. Despumant flammis urgentibus ignei rivi pigro fluxu totas delambentes plagas, et in lapidem indurescunt.«

[87] (S. 239.) S. meine Zeichnung des Vulkans von Jorullo,

ſeiner Hornitos und des gehobenen Malpays in den Vues des Cordillères Pl. XLIII. p. 239.

[58] (S. 240.) Humboldt, Essai sur la Géogr. des Plantes et Tableau phys. des Régions équinoxiales 1807 p. 130 und Essai géogn. sur le gisement des Roches p. 321. Daß übrigens nicht die Geſtaltung, Lage und abſolute Höhe der Vulkane die Urſach des völligen Mangels von Lavaſtrömen bei fortdauernder innerer Thätigkeit ſei, lehrt uns der größere Theil der Vulkane von Java (Leop. von Buch, Descr. phys. des Iles Canaries p. 419; Reinwardt und Hoffmann in Poggend. Ann. Bd. XII. S. 607).

[59] (S. 242.) S. die Fundamente meiner Meſſungen verglichen mit denen von Sauſſure und Graf Minto in den Abhandlungen der Akademie der Wiſſ. zu Berlin aus den J. 1822 und 1823 S. 30.

[60] (S. 243.) Pimelodes Cyclopum ſ. Humboldt, Recueil d'Observations de Zoologie et d'Anatomie comparée T. I. p. 21—25.

[61] (S. 245.) Leop. von Buch in Poggend. Ann. Bd. XXXVII. S. 179.

[62] (S. 245.) Ueber den chemiſchen Urſprung des Eiſenglanzes in vulkaniſchen Maſſen ſ. Mitſcherlich in Poggend. Ann. Bd. XV. S. 630. Ueber die Entbindung der Hydrochlorſäure im Krater ſ. Gay-Luſſac in den Annales de Chimie et de Phys. T. XXII. p. 423.

[63] (S. 247.) S. die ſchönen Verſuche über Abkühlung von Steinmaſſen in Biſchof's Wärmelehre S. 384, 443, 500—512.

[64] (S. 247.) S. Berzelius und Wöhler in Poggend. Annalen Bd. I. S. 221 und Bd. XI. S. 146; Gay-Luſſac in den Annales de Chimie T. XXII. p. 422; Biſchof, reasons against the Chemical Theory of Volcanoes in der engliſchen Ausgabe ſeiner Wärmelehre p. 297—309.

[65] (S. 249.) Nach Platons geognoſtiſchen Anſichten, wie ſie im Phädon entwickelt ſind, ſpielt der Pyriphlegethon in Hinſicht auf die Thätigkeit der Vulkane ungefähr dieſelbe Rolle, welche wir jetzt der mit der Tiefe zunehmenden Erdwärme und dem geſchmolzenen Zuſtande der inneren Erdſchichten zuſchreiben (Phaedon ed. Aſt p. 603 und 607, Annot. p. 808 und 817). „Innerhalb

der Erde rings umher sind größere und kleinere Gewölbe. Wasser strömt in Fülle darin, auch viel Feuer und große Feuerströme, und Ströme von feuchtem Schlamm (theils reinerem, theils schmutzigerem), wie in Sicilien die vor dem Feuerstrome sich ergießenden Ströme von Schlamm und der Feuerstrom selbst; von denen denn alle Oerter erfüllt werden, je nachdem jedesmal jeder der Ströme seinen Umlauf nimmt. Der Pyriphlegethon ergießt sich in eine weite mit einem gewaltigen Feuer brennende Gegend, wo er einen See bildet, größer als unser Meer, siedend von Wasser und Schlamm. Von hier aus bewegt er sich im Kreise herum um die Erde trübe und schlammig." Dieser Fluß geschmolzener Erde und Schlammes ist so sehr die allgemeine Ursach der vulkanischen Erscheinungen, daß Plato ausdrücklich hinzusetzt: „So ist der Pyriphlegethon beschaffen, von welchem auch die Feuerströme (οἱ ῥύακες), wo auf der Erde sie sich auch finden mögen (ὅπῃ ἂν τύχωσι τῆς γῆς), kleine Theile (abgerissene Stücke) heraufblasen." Die vulkanischen Schlacken und Lavaströme sind demnach Theile des Pyriphlegethon selbst, Theile jener unterirdischen geschmolzenen, stets wogenden Masse. Daß aber οἱ ῥύακες Lavaströme und nicht, wie Schneider, Passow und Schleiermacher wollen, „feuerspeiende Berge" bedeute, ist aus vielen, theilweise schon von Ukert (Geogr. der Griechen und Römer Th. II, 1. S. 200) gesammelten Stellen sichtbar; ῥύαξ ist das vulkanische Phänomen von seiner bedeutendsten Seite, dem Lavastrom, gefaßt. Daher der Ausdruck: die ῥύακες des Aetna. Aristot. Mirab. Ausc. T. II. p. 833 sect. 38 Bekker; Thucyd. III, 116; Theophr. de Lap. 22 p. 427 Schneider; Diod. V, 6 und XIV, 59, wo die merkwürdigen Worte: „viele nahe am Meer unfern dem Aetna gelegenen Orte wurden zu Grunde gerichtet ὑπὸ τοῦ καλουμένου ῥύακος"; Strabo VI p. 269, XIII p. 628, und von dem berühmten Glühschlamme der Lelantischen Ebene auf Euböa I p. 58 Casaub.; endlich Appian. de bello civili V, 114. Der Tadel, welchen Aristoteles (Meteor. II. 2, 19) über die geognostischen Phantasien im Phädon ausspricht, bezieht sich eigentlich nur auf die Quellen der Flüsse, welche die Oberfläche der Erde durchströmen. Auffallend muß uns die von Plato so bestimmt ausgesprochene Ansicht sein, nach der „feuchte Schlammauswürfe in Sicilien den Glühströmen (Lavaströmen) vorhergehen". Beobachtungen am Aetna können dazu wohl keine

Veranlaſſung gegeben haben, wenn gleich Rapilli und Aſche, während des vulkaniſch-electriſchen Gewitters am Eruptionskrater, mit geſchmolzenem Schnee und Waſſer breiartig gemiſcht, für ausgeworfenen Schlamm zu halten wären. Wahrſcheinlicher iſt es wohl, daß bei Plato die feuchten Schlammſtröme (ὑγροῦ πηλοῦ ποταμοί) eine dunkle Erinnerung der Salſen (Schlammvulkane) von Agrigent ſind, die mit großem Getöſe Letten auswerfen und deren ich ſchon oben (Anm. 80) erwähnt habe. Unter den vielen verlorenen Schriften des Theophraſt iſt in dieſer Hinſicht der Verluſt des Buches „von dem vulkaniſchen Strom in Sicilien“ (περὶ ῥύακος τοῦ ἐν Σικελίᾳ), deſſen Diog. Laert V, 39 gedenkt, zu beklagen.

[96] (S. 249.) Leopold von Buch, Phyſikal. Beſchreib. der Canariſchen Inſeln S. 326—407. Ich zweifle, daß man, wie der geiſtreiche Charles Darwin zu wollen ſcheint (Geological Observations on the Volcanic Islands 1844 p. 127), Central-Vulkane im allgemeinen als Reihen-Vulkane von kurzer Ausdehnung auf parallelen Spalten betrachten könne. Schon Friedrich Hoffmann glaubte in der Gruppe der Lipariſchen Inſeln, die er ſo trefflich beſchrieben und in der zwei Eruptionsſpalten ſich bei Panaria kreuzen, ein Zwiſchenglied zwiſchen den zwei Haupt-Erſcheinungsweiſen der Vulkane, den von Leopold von Buch erkannten Central- und Reihen-Vulkanen, zu finden (Poggend. Ann. der Phyſik Bd. XXVI. S. 81—88).

[97] (S. 250.) Humboldt, Geognoſt. Beob. über die Vulkane des Hochlandes von Quito, in Poggend. Annalen Bd. XXXXIV. S. 194.

[98] (S. 251.) Seneca, indem er ſehr treffend von der problematiſchen Erniedrigung des Aetna ſpricht, ſagt in dem 79ſten Briefe: »Potest hoc accidere, non quia montis altitudo desedit, sed quia ignis evanuit et minus vehemens ac largus effertur: ob eandem causam, fumo quoque per diem segniore. Neutrum autem incredibile est, nec montem qui devoretur quotidie minui, nec ignem non manere eundem; quia non ipse ex se est, sed in aliqua inferna valle conceptus exaestuat et alibi pascitur: in ipso monte non alimentum habet sed viam.« (Ed. Ruhkopfiana T. III. p. 32.) Die unterirdiſche Verbindung „durch Hohlgänge“ zwiſchen den Vulkanen von Sicilien, den Liparen, den Pithecuſen (Iſchia) und dem Veſuv, „von dem man vermuthen

darf, er habe ehemals gebrannt und Schlundbecher des Feuers gehabt", iſt von Strabo vollkommen erkannt worden (lib. I. p. 247 und 248). Er nennt die ganze Gegend „unterfeurig".

[99] (S. 251.) Humboldt, Essai polit. sur la Nouv. Espagne T. II. p. 173—175.

[100] (S. 252.) Ueber den Ausbruch von Methone Ovidius (Metamorph. XV, 296—306):

Est prope Pittheam tumulus Troezena sine ullis
Arduus arboribus, quondam planissima campi
Area, nunc tumulus; nam — res horrenda relatu —
Vis fera ventorum, caecis inclusa cavernis,
Exspirare aliqua cupiens, luctataque frustra
Liberiore frui coelo, cum carcere rima
Nulla foret toto nec pervia flatibus esset,
Extentam tumefecit humum; ceu spiritus oris
Tendere vesicam solet, aut direpta bicorni
Terga capro. Tumor ille loci permansit, et alti
Collis habet speciem, longoque induruit aevo.

Dieſe geognoſtiſch ſo wichtige Schilderung einer glockenförmigen Hebung auf dem Continent ſtimmt merkwürdig mit dem überein, was Ariſtoteles (Meteor. II. 8, 17—19) über die Hebung einer Eruptions-Inſel berichtet. „Das Erbeben der Erde hört nicht eher auf, als bis jener Wind (ἄνεμος), welcher die Erſchütterung verurſacht, in der Erdrinde ausgebrochen iſt. So iſt es vor kurzem zu Heraclea im Pontus geſchehen, und vormals in Hiera, einer der äoliſchen Inſeln. In dieſer nämlich iſt ein Theil der Erde aufgeſchwollen und hat ſich mit Getöſe zu einem Hügel erhoben, ſo lange bis der mächtig treibende Hauch (πνεῦμα) einen Ausweg fand, und Funken und Aſche ausſtieß, welche die nahe Stadt der Liparäer bedeckte und ſelbſt bis zu einigen Städten Italiens gelangte." In dieſer Beſchreibung iſt das blaſenförmige Auftreiben der Erdrinde (ein Stadium, in welchem viele Trachytberge dauernd verbleiben) von dem Ausbruche ſelbſt ſehr wohl unterſchieden. Auch Strabo (lib. I. p. 59 Caſaub.) beſchreibt das Phänomen von Methone: „bei der Stadt im Hermioniſchen Buſen geſchah ein flammender Ausbruch; ein Feuerberg ward emporgehoben, ſieben (?) Stadien hoch, am Tage unzugänglich vor Hitze und Schwefelgeruch, aber des Nachts wohlriechend (?), und ſo

erhitzend, daß das Meer siedete fünf Stadien weit und trübe war wohl auf zwanzig Stadien, auch durch abgerissene Felsenstücke verschüttet wurde." Ueber die jetzige mineralogische Beschaffenheit der Halbinsel Methana s. Fiedler, Reise durch Griechenland Th. I. S. 257—263.

[1] (S. 252.) Leop. von Buch, Physik. Beschr. der Canar. Inseln S. 356—358, und besonders die französische Uebersetzung dieses trefflichen Werkes S. 402; auch in Poggendorff's Annalen Bd. XXXVII. S. 183. Eine submarine Insel war wieder in der neuesten Zeit im Erscheinen begriffen im Krater von Santorin. Um das Jahr 1810 war diese Insel noch 15 Brassen unter der Oberfläche des Meeres, aber 1830 nur 3—4 Brassen. Sie erhebt sich steil, wie ein großer Zapfen, aus dem Meeresgrund; und die fortdauernde unterirdische Thätigkeit des unterseeischen Kraters offenbart sich auch dadurch, daß, wie bei Methana zu Bromolimni, hier in der östlichen Bucht von Neo-Kammeni schwefelsaure Dämpfe sich dem Meerwasser beimischen. Mit Kupfer beschlagene Schiffe legen sich in der Bucht vor Anker, damit in kurzer Zeit auf natürlichem (d. i. vulkanischem) Wege der Kupferbeschlag gereinigt und wiederum glänzend werde. (Virlet im Bulletin de la Société géologique de France T. III. p. 109, und Fiedler, Reise durch Griechenland Th. II. S. 469 und 584.)

[2] (S. 252.) Erscheinungen der neuen Insel bei der azorischen Insel San Miguel: 11 Jun. 1638, 31 Dec. 1719, 13 Jun. 1811.

[3] (S. 253.) Prévost im Bulletin de la Société géologique T. II. p. 34; Friedrich Hoffmann, Hinterlassene Werke Bd. II. S. 451—456.

[4] (S. 253.) »Accedunt vicini et perpetui Aetnae montis ignes et insularum Aeolidum, veluti ipsis undis alatur incendium; neque enim aliter durare tot seculis tantus ignis potuisset, nisi humoris nutrimentis aleretur.« (Justin. Hist. Philipp. IV, 1.) Die vulkanische Theorie, mit welcher hier die physische Beschreibung von Sicilien anhebt, ist sehr verwickelt. Tiefe Lager von Schwefel und Harz; ein sehr dünner, höhlenreicher, leicht zerspaltener Boden; starke Bewegung der Meereswogen, welche, indem sie zusammenschlagen, die Luft (den Wind) mit hinabziehen, um das Feuer anzuschüren: sind die Elemente der Theorie des Trogus. Da er (Plin. XI, 52) als Physiognomiker auch die Gesichtszüge des

Menſchen deutete, ſo darf man vermuthen, daß er in ſeinen vielen, für uns verlorenen Schriften nicht bloß als Hiſtoriker auftrat. Die Anſicht, nach welcher Luft in das Innere der Erde hinabgedrängt wird, um dort auf die vulkaniſche Eſſe zu wirken, hing übrigens bei den Alten mit Betrachtungen über den Einfluß der verſchiedenen Windesrichtung auf die Intenſität des Feuers, das im Aetna, in Hiera und Stromboli lodert, zuſammen (ſ. die merkwürdige Stelle des Strabo lib VI p. 275 und 276). Die Berginſel Stromboli (Strongyle) galt deshalb für den Sitz des Aeolus, „des Verwalters der Winde", da die Schiffenden nach der Heftigkeit der vulkaniſchen Ausbrüche von Stromboli das Wetter vorherverkündigten. Ein ſolcher Zuſammenhang der Ausbrüche eines kleinen Vulkans mit dem Barometerſtande und der Windrichtung (Leop. von Buch, Descr. phys. des Iles Canaries p. 334; Hoffmann in Poggend. Ann. Bd. XXVI. S. 8) wird noch jetzt allgemein anerkannt, ſo wenig auch, nach unſrer jetzigen Kenntniß der vulkaniſchen Erſcheinungen, und den ſo geringen Veränderungen des Luftdruckes, die unſere Winde begleiten, eine genügende Erklärung gegeben werden kann. — Bembo, als Jüngling in Sicilien von geflüchteten Griechen erzogen, erzählt anmuthig ſeine Wanderungen, und ſtellt im Aetna Dialogus (in der Mitte des 16ten Jahrhunderts) die Theorie von dem Eindringen des Meerwaſſers in den Heerd der Vulkane und von der nothwendigen Meeresnähe der letzteren auf. Es wird bei Beſteigung des Aetna folgende Frage aufgeworfen: explana potius nobis quae petimus, ea incendia unde oriantur et orta quomodo perdurent? In omni tellure nuspiam majores fistulae aut meatus ampliores sunt quam in locis, quae vel mari vicina sunt, vel a mari protinus alluuntur: mare erodit illa facillime pergitque in viscera terrae. Itaque cum in aliena regna sibi viam faciat, ventis etiam facit; ex quo fit, ut loca quaeque maritima maxime terraemotibus subjecta sint, parum mediterranea. Habes quum in sulfuris venas venti furentes inciderint, unde incendia oriantur Aetnae tuae. Vides, quae mare in radicibus habeat, quae sulfurea sit, quae cavernosa, quae a mari aliquando perforata ventos admiserit aestuantes, per quos idonea flammae materies incenderetur.

[5] (S. 254.) Vergl. Gay-Luſſac, sur les Volcans, in den Annales de Chimie T. XXII. p. 427; und Biſchof, Wärme-

lehre S. 272. Auf Rückwirkungen des vulkaniſchen Heerdes durch die ſpannenden Waſſerſäulen, wenn nämlich die Expanſivkraft der Dämpfe den hydroſtatiſchen Druck überwindet, laſſen uns die Ausbrüche von Rauch und Waſſerdämpfen ſchließen, die man, zu verſchiedenen Zeiten, um Lancerote, Island und die kuriliſchen Inſeln, während der Eruption benachbarter Vulkane, geſehen hat.

[6] (S. 254.) Abel-Rémuſat, Lettre à Mr. Cordier in den Annales des Mines T. V. p. 137.

[7] (S. 255.) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 30—33, 38—52, 70—80 und 426—428. Das Daſein thätiger Vulkane in Kordofan, in 135 Meilen Entfernung vom rothen Meere, iſt von Rüppell (Reiſen in Nubien 1829 S. 151) neuerdings geläugnet worden.

[8] (S. 256.) Dufrénoy et Élie de Beaumont, Explication de la Carte géologique de la France T. I. p. 89.

[9] (S. 256.) Sophocl. Philoct. v. 971 und 972. Ueber die muthmaßliche Epoche des Verlöſchens des Lemniſchen Feuers zur Zeit Alexanders vergl. Buttmann im Muſeum der Alterthumswiſſenſchaft Bd. I. 1807 S. 295; Dureau de la Malle in Malte-Brun, Annales des Voyages T. IX. 1809 p. 5; Ukert in Bertuch, Geogr. Ephemeriden Bd. XXXIX. 1812 S. 361; Rhode, Res Lemnicae 1829 p. 8, und Walter über Abnahme der vulkan. Thätigkeit in hiſtoriſchen Zeiten 1844 S. 24. Die von Choiſeul veranſtaltete hydrographiſche Aufnahme von Lemnos macht es ſehr wahrſcheinlich, daß die ausgebrannte Grundfeſte des Moſychlos ſammt der Inſel Chryſe, Philoktets wüſtem Aufenthalt (Otfried Müller, Minyer S. 300), längſt vom Meere verſchlungen ſind. Felſenriffe und Klippen in Nordoſten von Lemnos bezeichnen noch die Stelle, wo das ägäiſche Meer einſt einen dauernd thätigen Vulkan beſaß, gleich dem Aetna, dem Veſuv, dem Stromboli und dem Volcano der Liparen.

[10] (S. 257.) Vergl. Reinwardt und Hoffmann in Poggendorff's Annalen Bd. XII. S. 607; Leop. von Buch, Descr. des Iles Canaries p. 424, 426. Die lettigen Schlammausbrüche des Carguairazo, als der Vulkan 1698 zuſammenſtürzte,

die Lodazales von Jgualata, und die Moya von Pelileo ſind ähnliche vulkaniſche Erſcheinungen im Hochlande von Quito.

[11] (S. 258.) In einem Profil der Umgegend von Tezcuco, Totonilco und Moran (Atlas géographique et physique Pl. VII), das ich urſprünglich (1803) zu einer nicht erſchienenen Pasigrafia geognostica destinada al uso de los Jovenes del Colegio de Mineria de Mexico beſtimmte, habe ich 1832 das plutoniſche und vulkaniſche Eruptionsgeſtein endogen (ein im Jnneren erzeugtes), das Sediment- und Flözgeſtein exogen (ein von außen an der Oberfläche der Erde erzeugtes) genannt. Paſigraphiſch wurde das erſtere durch einen aufwärts ↑, das zweite durch einen abwärts ↓ gerichteten Pfeil bezeichnet. Dieſe Bezeichnung gewährt wenigſtens den Vortheil, daß die Profile, welche meiſt horizontal über einander-gelagerte Sedimentformationen darſtellen, nicht, wie jetzt nur zu oft geſchieht, wenn man Ausbrüche und Durchdringung von Baſalt-, Porphyr- oder Syenit-Maſſen andeuten will, durch von unten aufſtrebende, ſehr willkührlich geformte Zapfen unmaleriſch verunſtaltet werden. Die Benennungen, welche ich in dem paſigraphiſch-geognoſtiſchen Profile vorgeſchlagen, waren den Decandolliſchen (endogen für monocotyliſche, exogen für dicotyliſche Pflanzen) nachgebildet; aber Mohl's genauere Pflanzenzergliedrung hat erwieſen, daß das Wachſen der Monocotylen von innen und der Dicotylen von außen für den vegetabiliſchen Organismus im ſtrengen und allgemeinen Sinne des Worts nicht ſtatt finde (Link, Elementa philosophiae botanicae T. I. 1837 p. 287; Endlicher und Unger, Grundzüge der Botanik 1843 S. 89, und Juſſieu, Traité de Botanique T. I. p. 85). Was ich endogen nenne, bezeichnet Lyell in ſeinen Principles of Geology 1833 Vol. III. p. 374 charakteriſtiſch durch den Ausdruck »netherformed« oder »hypogene rocks«.

[12] (S. 259.) Vergl. Leop. von Buch über Dolomit als Gebirgsart 1823 S. 36, und denſelben über den Grad der Flüſſigkeit, welchen man plutoniſchen Felsarten bei ihrem Heraustreten zuſchreiben ſoll, wie über Entſtehung des Gneuß aus Schiefern durch Einwirkung des Granits und der mit ſeiner Erhebung verbundenen Stoffe, ſowohl in den Abhandl. der Akad. der Wiſſenſch. zu Berlin aus dem Jahre 1842 S. 58 und 63, als in den Jahrb. für wiſſenſchaftliche Kritik 1840 S. 195.

[12] (S. 260.) Darwin, Volcanic Islands 1844 p. 49 und 154.

[14] (S. 260.) Moreau de Jonnès, Hist. phys. des Antilles T. I. p. 136, 138 und 543; Humboldt, Relation historique T. III. p. 367.

[15] (S. 260.) Bei Teguiza; Leop. von Buch, Canarische Inseln S. 301.

[16] (S. 261.) Siehe oben S. 9.

[17] (S. 261.) Bernhard Cotta, Geognosie 1839 S. 273.

[18] (S. 261.) Leop. von Buch über Granit und Gneuß in den Abhandl. der Berl. Akad. aus dem J. 1842 S. 60.

[19] (S. 261.) In dem mauerartig aufsteigenden und in parallele schmale Bänke getheilten Granit des Kolivaner Sees sind Feldspath und Albit vorherrschend, Titanitkrystalle selten; Humboldt, Asie centrale T. I. p. 295; Gustav Rose, Reise nach dem Ural Bd I. S. 524.

[20] (S. 262.) Humboldt, Relation historique T. II. p. 99.

[21] (S. 262.) S. die Abbildung des Biri-tau, den ich von der Südseite gezeichnet, wo Kirghisen-Zelte standen, in Rose Bd. I. S. 584. — Ueber Granitkugeln mit schalig abgesonderten Stücken s. Humboldt, Rel. hist. T. II. p. 597 und Essai géogn. sur le Gisement des Roches p. 78.

[22] (S. 262.) Humboldt, Asie centrale T. I. p. 299—311, und die Zeichnungen in Rose's Reise Bd. I. S. 611, in welchen man die von Leopold von Buch als charakteristisch bezeichnete Krümmung der Granitschalen wiederfindet.

[23] (S. 263.) Diese merkwürdige Auflagerung wurde zuerst beschrieben von Weiß in Karsten's Archiv für Bergbau und Hüttenwesen Bd. XVI. 1827 S. 5.

[24] (S. 263.) Dufrénoy et Élie de Beaumont, Géologie de la France T. I. p. 130.

[25] (S. 263.) Eine wichtige Rolle spielen diese eingelagerten Diorite bei Steben in dem Nailaer Bergrevier, in einer Gegend, an welche, so lange ich dort im vorigen Jahrhundert mit der Vorrichtung des Grubenbaues beschäftigt war, die frohesten Erinnerungen meines Jugendalters geknüpft sind. Vergl. Friedr. Hoffmann in Poggendorff's Annalen Bd. XVI. S. 558.

[26] (S. 264.) Im südlichen und Baschkiren-Ural; Rose, Reise Bd. II. S. 171.

[27] (S. 264.) G. Rose, Reise nach dem Ural Bd. II. S. 47—52. Ueber Identität des Eläoliths und Nepheline (in letzterem ist der Kalkgehalt etwas größer) s. Scheerer in Poggend. Annalen Bd. XLIX. S. 359—381.

[28] (S. 268.) S. die vortrefflichen Arbeiten von Mitscherlich in den Abhandlungen der Berl. Akad. aus den Jahren 1822 und 1823 S. 25—41, in Poggendorff's Annalen Bd. X. S. 137—152, Bd. XI. S. 323—332, Bd. XLI. S. 213—216 (Gustav Rose über Bildung des Kalkspaths und Aragonits in Poggend. Ann. Bd. XLII. S. 353—366; Haidinger in den Transactions of the Royal Society of Edinburgh 1827 p. 148).

[29] (S. 269.) Lyell, Principles of Geology Vol. III. p. 353 und 359.

[30] (S. 270.) Die hier gegebene Darstellung der Lagerungsverhältnisse des Granits drückt den allgemeinen oder Hauptcharakter der ganzen Bildung aus. An einzelnen Punkten (s. oben S. 261, und die Beschreibung eines Theils der Narymschen Kette nahe der Grenze des chinesischen Gebiets in Rose, Reise nach dem Ural Bd. I. S. 599) zeigt freilich der Granit Gestaltungen, die vermuthen lassen, daß er bei seinem Ausbruch, wie der Trachyt (Dufrénoy et Élie de Beaumont, Description géologique de la France T. I. p. 70), nicht immer denselben Mangel an Flüssigkeit gehabt hat. Da im Texte früher der engen Klüfte Erwähnung geschehen ist, durch welche bisweilen sich die Basalte ergießen, so will ich hier noch an die weiten Spalten erinnern, welche bei den mit den Basalten nicht zu verwechselnden Melaphyren als Zuführungscanäle gedient haben. S. über eine 450 Fuß breite Spalte, durch welche in den Steinkohlengruben bei Cornbrook in Hoar Edge der Melaphyr aufgestiegen ist, die interessante Darstellung von Murchison, The Silurian System p. 126.

[31] (S. 271.) Sir James Hall in den Edinb. Transact. Vol. V. p. 43, Vol. VI. p. 71; Gregory Watt in den Philos. Transactions of the Royal Society of London for 1804 P. II. p. 279; Dartigues und Fleuriau de Bellevue im Journ. de Phys. T. LX. p. 456; Bischof, Wärmelehre S. 313 und 443.

[32] (S. 271.) Gustav Rose in Poggendorff's Annalen der Physik Bd. XLII. S. 364.

[33] (S. 271.) Ueber die Dimorphie des Schwefels in Mitscherlich, Lehrbuch der Chemie § 55—63.

[34] (S. 271.) Siehe über Gyps als einaxigen Krystall, schwefelsaure Bittererde, Zink- und Nickel-Oxyde Mitscherlich in Poggend. Ann. Bd. XI. S. 328.

[35] (S. 272.) Coste, Versuche im Creusot über das brüchig werden des Stabeisens, in Elie de Beaumont, Mém. géol. T. II. p. 411.

[36] (S. 272.) Mitscherlich über die Ausdehnung der krystallisirten Körper durch die Wärme in Poggend. Ann. Bd. X. S. 151.

[37] (S. 272.) Ueber doppelte Schichtungsklüfte s. Elie de Beaumont, Géologie de la France p. 41; Credner, Geognosie Thüringens und des Harzes S. 40; Römer, das Rheinische Uebergangsgebirge 1844 S. 5 und 9.

[38] (S. 272.) Mit Zusatz von Thon, Kalkerde und Kali, nicht eine bloße durch Eisenoxyd gefärbte Kieselsäure; Rose, Reise Bd. II. S. 187. Ueber die Jaspisentstehung durch Dioritporphyr, Augitgestein und Hypersthenfels s. Rose Bd. II. S. 169, 187 und 192. Vergl. auch Bd. I. S. 427, wo die Porphyrkugeln abgebildet sind, zwischen denen der Jaspis im kalkhaltigen Grauwackengebirge von Bogoslowsk ebenfalls als Folge der plutonischen Einwirkung des Augitgesteins auftritt; Bd. II. S. 545, wie Humboldt, Asie centrale T. I. p. 486.

[39] (S. 273.) Rose, Reise nach dem Ural Bd. I. S. 586—588.

[40] (S. 273.) Für die vulkanische Entstehung des Glimmers ist es wichtig zu erinnern, daß Glimmerkrystalle sich finden: im Basalt des böhmischen Mittelgebirges, in der Lava des Vesuvs von 1822 (Monticelli, Storia del Vesuvio negli anni 1821 e 1822 § 99), in Thonschiefer-Bruchstücken, die am Hohenfels unweit Gerolstein in der Eifel von schlackigem Basalt umwickelt sind (s. Mitscherlich in Leonhard, Basalt-Gebilde S. 244). Ueber ein Entstehen des Feldspaths im Thonschiefer durch Contact des Porphyrs zwischen Urval und Poiet (Forez) s. Dufrénoy in Géol. de la France T. I. p. 137.

Einem ähnlichen Contact ſollen in der Bretagne bei Paimpol (T. I. p. 234) die Schiefer einen mandelſteinartigen und zelligen Charakter verdanken, deſſen Anſicht bei einer geognoſtiſchen Fußreiſe mit Profeſſor Kunth in dieſe intereſſante Gegend mich ſehr in Erſtaunen geſetzt hat.

[41] (S. 273.) Leopold von Buch in den Abhandlungen der Akad. der Wiſſenſch. zu Berlin aus dem J. 1842 S. 63 und in den Jahrbüchern für wiſſenſchaftliche Kritik Jahrg. 1840 S. 196.

[42] (S. 273.) Elie de Beaumont in den Annales des Sciences naturelles T. XV. p. 362—372: »En se rapprochant des masses primitives du Mont Rose et des montagnes situées à l'ouest de Coni, on voit les couches secondaires perdre de plus en plus les caractères inhérents à leur mode de dépôt. Souvent alors elles en prennent qui semblent provenir d'une toute autre cause, sans perdre pour cela leur stratification, rappelant par cette disposition la structure physique d'un tison à moitié charbonné dans lequel on peut suivre les traces des fibres ligneuses, bien au-delà des points qui présentent encore les caractères mutuels du bois.« (Vergl. auch Annales des Sciences naturelles T. XIV. p. 118—122 und H. von Dechen, Geognoſie S. 553.) Zu den auffallendſten Beweiſen der Umwandlung des Geſteins durch plutoniſche Einwirkung gehören die Belemniten in den Schiefern von Ruffenen (Alpenthal von Eginen und Gries-Gletſcher), wie die Belemniten in ſogenanntem uranfänglichen Kalkſtein, welche Hr. v. Charpentier am weſtlichen Abhange des Col de Seigne, zwiſchen der Enclove de Monjovet und der Alpenhütte de la Lanchette, gefunden (Annales de Chimie T. XXIII. p. 262) und mir in Ber im Herbſt 1822 gezeigt hat.

[43] (S. 273.) Hoffmann in Poggend. Annalen Bd. XVI. S. 552. „Schichten von Tranſitions-Thonſchiefer des Fichtelgebirges, die in einer Länge von 4 Meilen verfolgt werden können und nur an beiden Extremen, wo ſie mit dem Granite in Berührung kommen, in Gneiß umgewandelt ſind. Man verfolgt dort die allmälige Gneißbildung, die innere Entwicklung des Glimmers und der Feldſpathmandeln im Thonſchiefer, der ja ohnedies faſt alle Elemente dieſer Subſtanzen enthält.“

[44] (S. 273.) In dem, was uns von den Kunſtwerken des griechiſchen und römiſchen Alterthums übrig geblieben iſt, bemerkt man den Mangel von Jaſpis-Säulen und großen Gefäßen aus Jaſpis, die jetzt allein das Uralgebirge liefert. Was man als Jaſpis von dem Rhabarber-Berge (Revennaja Sopka) im Altai bearbeitet, gehört zu einem geſtreiften prachtvollen Porphyr. Der Name Jaſpis, aus den ſemitiſchen Sprachen übertragen, ſcheint ſich nach den verwirrten Beſchreibungen des Theophraſtus (de Lap. 23 und 27) und Plinius (XXXVII, 8 und 9), welcher den Jaſpis unter den undurchſichtigen Gemmen aufführt, auf Fragmente von Jaſpachat und ſogenanntem Opaljaſpis zu beziehen, die die Alten Jaſponyx nannten. Daher glaubt Plinius ſchon als ein ſeltenes Beiſpiel der Größe ein 11zölliges Stück Jaſpis aus eigener Anſicht anführen zu müſſen: »magnitudinem jaspidis undecim unciarum vidimus, formatamque inde effigiem Neronis thoracatam.« Nach Theophraſtus iſt der Stein, den er Smaragd nennt und aus dem große Obelisken geſchnitten werden, nichts andres als ein unreifer Jaſpis.

[45] (S. 274.) Humboldt, Lettre à Mr. Brochant de Villiers in den Annales de Chimie et de Physique T. XXIII. p. 261; Leop. von Buch, Geogn. Briefe über das ſüdliche Tyrol S. 101, 105 und 273.

[46] (S. 274.) Ueber die Umwandlung des dichten Kalkſteins in körnigen durch Granit in den Pyrenäen (Montagne de Rancie) ſ. Dufrénoy in den Mémoires géologiques T. II. p. 440, und in den Montagnes de l'Oisans ſ. Elie de Beaumont, Mém. géol. T. II. p. 379—415; durch Diorit- und Pyroxen-Porphyre (Ophité; Elie de Beaumont, Géol. de la France T. I. p. 72) zwiſchen Toloſa und St. Sebaſtian ſ. Dufrénoy in Mém. géol. T. II. p. 130; durch Syenit in der Inſel Skye, wo in dem veränderten Kalkſtein ſogar noch Verſteinerungen ſichtbar geblieben ſind, H. von Dechen, Geognoſie S. 573. In der Umwandlung der Kreide durch Berührung mit Baſalt iſt die Verſchiebung der kleinſten Theile, bei Entſtehung der Kryſtalle und bei dem Körnigwerden, um ſo merkwürdiger, als nach Ehrenberg's ſcharfſinnigen microſcopiſchen Unterſuchungen die Kreidetheilchen vorher gegliederte Ringe bilden. S. Poggendorff's Annalen der Phyſik Bd. XXXIX. S. 105, und über die Ringe des

aus Auflösungen niedergeschlagenen Aragonits Gustav Rose daselbst Bd. XLII. S. 354.

[47] (S. 274.) Lager körnigen Kalksteins im Granit am Port d'Oo und in Mont de Labourd. S. Charpentier, Constitution géologique des Pyrénées p. 144, 146.

[48] (S. 275.) Leop. von Buch, Descr. des Canaries p. 394; Fiedler, Reise durch das Königreich Griechenland Th. II. S. 181, 190 und 516.

[49] (S. 275.) Ich habe der merkwürdigen Stelle in Origenes Philosophumena cap. 14 (Opera ed. Delarue T. I. p. 893) schon an einem anderen Orte erwähnt. Nach dem ganzen Zusammenhange ist es sehr unwahrscheinlich, daß Xenophanes einen Lorbeer-Abdruck (τύπον δάφνης) statt eines Fisch-Abdrucks (τύπον ἀφύης) gemeint habe. Delarue tadelt mit Unrecht die Correction des Jacob Gronovius, welcher den Lorbeer in eine Sardelle umgewandelt hat. Die Fisch-Versteinerung ist doch wahrscheinlicher als das natürliche Silensbild, welches die Steinbrecher aus den parischen Marmorbrüchen (des Berges Marpessos, Servius ad Virg. Aen. VI, 471) wollen herausgespalten haben (Plin. XXXVI, 5).

[50] (S. 275.) Ueber die geognostischen Verhältnisse der Mondstadt Carrara (Stadt Selene's, Strabo lib. V. p. 222) s. Savi, Osservazioni sui terreni antichi Toscani in dem Nuovo Giornale de' Letterati di Pisa No. 63, und Hoffmann in Karsten's Archiv für Mineralogie Bd. VI. S. 258—263, wie auch dessen Geogn. Reise durch Italien S. 244—265.

[51] (S. 275.) Nach der Annahme eines vortrefflichen und sehr erfahrenen Beobachters, Karls von Leonhard; siehe dessen Jahrbuch für Mineralogie 1834 S. 329 und Bernhard Cotta, Geognosie S. 310.

[52] (S. 276.) Leop. von Buch, Geognostische Briefe an Alex. von Humboldt 1824 S. 36 und 82; derselbe in den Annales de Chimie T. XXIII. p. 276 und in den Abhandl. der Berliner Akad. aus den J. 1822 und 1823 S. 83—136; H. von Dechen, Geognosie S. 574—576.

[53] (S. 278.) Hoffmann, Geogn. Reise bearbeitet von H. von Dechen S. 113—119, 380—386; Poggendorff's Annalen der Physik Bd. XXVI. S. 41.

[54] (S. 278.) Dufrénoy in den Mémoires géologiques T. II. p. 145 und 179.

[55] (S. 278.) Humboldt, Essai géogn. sur le Gisement des Roches p. 93; Asie centrale T. III. p. 532.

[56] (S. 278.) Elie de Beaumont in den Annales des Sciences naturelles T. XV. p. 362; Murchiſon, Silurian System p. 286.

[57] (S. 279.) Roſe, Reiſe nach dem Ural Bd. I. S. 364 und 367.

[58] (S. 279.) Leop. von Buch, Briefe S. 109—129. Vergl. auch Elie de Beaumont über Contact des Granits mit Juraſchichten in den Mém. géol. T. II. p. 408.

[59] (S. 279.) Hoffmann, Reiſe S. 30 und 37.

[60] (S. 279.) Ueber den chemiſchen Hergang eines Bildungsproceſſes des Eiſenglanzes ſ. Gay-Luſſac in den Annales de Chimie T. XXII. p. 415 und Mitſcherlich in Poggend. Ann. Bd. XV. S. 630. Auch in den Höhlungen des Obſidians vom Cerro del Jacal, den ich aus Mexico mitgebracht, haben ſich (wahrſcheinlich aus Dämpfen) Olivin-Kryſtalle niedergeſchlagen (Guſtav Roſe in Poggend. Ann. Bd. X. S. 323). Es kommt demnach Olivin vor: in Baſalt, in Lava, in Obſidian, in künſtlichen Schlacken, in Meteorſteinen, im Syenit von Elfdalen und (als Hyaloſiderit) in der Wacke vom Kaiſerſtuhle.

[61] (S. 280.) Conſtantin von Beuſt über die Porphyrgebilde 1835 S. 89—96; deſſelben Beleuchtung der Werner'ſchen Gangtheorie 1840 S. 6; C. von Weißenbach, Abbildungen merkwürdiger Gangverhältniſſe 1836 Fig. 12. Die bandförmige Structur der Gangmaſſen iſt aber eben ſo wenig allgemein als die beſtimmte Altersfolge der einzelnen Glieder dieſer Maſſen; ſ. Freiesleben über die ſächſiſchen Erzgänge 1843 S. 10—12.

[62] (S. 280.) Mitſcherlich über die künſtliche Darſtellung der Mineralien, in den Abhandlungen der Akademie der Wiſſ. zu Berlin aus den Jahren 1822 und 1823 S. 25—41.

[63] (S. 281.) In Schlacken: Kryſtalle von Feldſpath, von Heine beim Ausblaſen eines Kupferrohofens unweit Sangerhauſen aufgefunden und von Kerſten zerlegt (Poggend. Annalen Bd.

XXXIII. S. 337); von Augit in den Schlacken von Sahle (Mitſcherlich in den Abhandl. der Akad. zu Berlin 1822 und 1823 S. 40); von Olivin (Sefſtröm in Leonhard, Baſalt-Gebilde Bd. II. S. 495); von Glimmer in alten Schlacken von Schloß Garpenberg (Mitſcherlich in Leonhard a. a. O. S. 506); von Magneteiſen in Schlacken von Chatillon ſur Seine (Leonhard S. 441); von Eiſenglimmer in Töpferthon entſtanden (Mitſcherlich in Leonhard S. 234).

[64] (S. 281.) Abſichtlich hervorgebracht: Idokras und Granat (Mitſcherlich in Poggendorff's Annalen der Phyſik Bd. XXXIII. S. 340), Rubin (Gaudin in den Comptes rendus de l'Académie des Sciences T. IV. P. 1. p. 999), Olivin und Augit (Mitſcherlich und Berthier in den Annales de Chimie et de Physique T. XXIV. p. 376). Ohnerachtet nach Guſtav Roſe Augit und Hornblende die größte Uebereinſtimmung der Kryſtallform zeigen und ihre chemiſche Zuſammenſetzung auch faſt dieſelbe iſt, ſo iſt doch noch nie Hornblende neben dem Augit in Schlacken beobachtet worden; eben ſo wenig iſt es den Chemikern geglückt Hornblende oder Feldſpath abſichtlich hervorzubringen (Mitſcherlich in Poggend. Annalen Bd. XXXIII. S. 340, und Roſe, Reiſe nach dem Ural Bd. II. S. 358 und 363). Man vergleiche auch Beudant in den Mém. de l'Acad. des Sciences T. VIII. p. 221 und Becquerel's ſcharfſinnige Verſuche in ſeinem Traité de l'Electricité T. I. p. 334, T. III. p. 218, T. V, 1. p. 148 und 185.

[65] (S. 281.) D'Aubuiſſon im Journal de Physique T. LXVIII. p. 128.

[66] (S. 282.) Leop. von Buch, Geognoſt. Briefe S. 75—82; wo zugleich gezeigt wird, wie der rothe Sandſtein (das Todtliegende des thüringiſchen Flözgebirges) und das Steinkohlen-Gebilde als Erzeugniſſe des aufſteigenden Porphyrs betrachtet werden müſſen.

[67] (S. 285.) Eine Entdeckung von Miß Mary Anning, welche auch die Coprolithen der Fiſche zuerſt aufgefunden hat. Dieſe und die Excremente des Ichthyoſaurus werden in England (z. B. bei Lyme Regis) in ſolcher Menge geſehen, daß ſie nach Buckland's Ausdruck wie Kartoffeln auf dem Boden zerſtreut liegen. Vergl. Buckland, Geology considered with reference to Natural Theology Vol. I. p. 188—202 und 305. Ueber Hooke's

Hoffnung to raise a chronology aus dem bloßen Studium zerbrochener und versteinerter Muschelschalen, and to state the intervals of the time wherein such or such catastrophes and mutations have happened, s. Posth. Works, Lecture Feb. 29, 1688.

[68] (S. 285.) Leop. von Buch in den Abhandlungen der Akad. der Wiss. zu Berlin aus dem J. 1837 S. 64.

[69] (S. 286.) Derselbe, Gebirgsformationen von Rußland 1840 S. 24—40.

[70] (S. 287.) Agassiz, Monographie des Poissons fossiles du Vieux Grès Rouge p. VI und 4.

[71] (S. 287.) Leop. von Buch in den Abhandl. der Berl. Akad. 1838 S. 149—168; Beyrich, Beitr. zur Kenntniß des Rheinischen Uebergangsgebirges 1837 S. 45.

[72] (S. 287.) Agassiz, Recherches sur les Poissons fossiles T. I. Introd. p. XVIII (Davy, Consolations in Travel Dial. III).

[73] (S. 287.) Nach Hermann von Meyer ein Protosaurus. Die Rippe eines Sauriers, die angeblich dem Bergkalk (Kohlenkalkstein) von Northumberland angehörte (Herm. von Meyer, Palaeologica S. 299), ist nach Lyell (Geology 1832 Vol. I. p. 148) sehr zweifelhaft. Der Entdecker selbst schreibt sie Alluvialschichten zu, welche den Bergkalk bedecken.

[74] (S. 287.) F. von Alberti, Monographie des Bunten Sandsteins, Muschelkalks und Keupers 1834 S. 119 und 314.

[75] (S. 287.) Siehe die scharfsinnigen Betrachtungen von Hermann v. Meyer über die Organisation der fliegenden Saurier in Palaeologica S. 228—252. Auf dem versteinerten Exemplar des Pterodactylus crassirostris, welcher wie der länger berühmte P. longirostris (Ornithocephalus, Sömmering) zu Solenhofen im lithographischen Schiefer der oberen Juraformation gefunden worden ist, hat Professor Goldfuß selbst Spuren der Flughäute „mit den Abdrücken der gekrümmten flockigen, hier und da zolllangen Haare des Felles" entdeckt.

[76] (S. 288.) Cuvier, Recherches sur les Ossemens fossiles T. I. p. LII—LVII (vergl. auch die geologische Zeit-Scale in Phillips, Geology 1837 p. 166—185).

[77] (S. 289.) Agaſſiz, Poissons fossiles T. I. p. XXX und T. III. p. 1—52; Buckland, Geology Vol. I. p. 273—277.

[78] (S. 289.) Ehrenberg über noch jetzt lebende Thierarten der Kreidebildung in den Abhandl. der Berliner Akad. aus dem J. 1839 S. 164.

[79] (S. 290.) Valenciennes in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. VII. 1838 P. 2. p. 580.

[80] (S. 290.) Im Weald-Clay; Beudant, Géologie p. 173. Die Ornitholithen nehmen zu im Gyps der Tertiärformation (Cuvier, Ossemens fossiles T. III. p. 302—328).

[81] (S. 290.) Leop. von Buch in den Abhandl. der Berl. Akad. aus dem J. 1830 S. 135—187.

[82] (S. 290.) Quenſtedt, Flözgebirge Würtembergs 1843 S. 135.

[83] (S. 291.) Derſelbe S. 13.

[84] (S. 291.) Murchiſon theilt den bunten Sandſtein in zwei Abtheilungen, deren obere der Trias von Alberti verbleibt, während er aus der unteren, zu welcher der Vogeſen-Sandſtein von Elie de Beaumont gehört, aus dem Zechſtein und Todtliegenden ſein permiſches Syſtem bildet. Mit der oberen Trias, d. h. mit der oberen Abtheilung unſeres bunten Sandſteins, beginnen ihm erſt die ſecundären Formationen; das permiſche Syſtem, der Kohlenkalk oder Bergkalk, die devoniſchen und ſiluriſchen Schichten ſind ihm paläozoiſche Gebilde. Nach dieſen Anſichten heißen Kreide und Jura die oberen, Keuper, Muſchelkalk und der bunte Sandſtein die unteren ſecundären Formationen; das permiſche Syſtem und der Kohlenkalk heißen das obere, die devoniſchen und ſiluriſchen Schichten zuſammen das untere paläozoiſche Gebilde. Die Fundamente dieſer allgemeinen Claſſification finden ſich in dem großen Werke entwickelt, in welchem der unermüdete britiſche Geognoſt einen großen Theil des ganzen öſtlichen Europa's darſtellen wird.

[85] (S. 292.) Cuvier, Ossemens fossiles 1821 T. I. p. 157, 261 und 264. (Vergl. Humboldt über die Hochebene von Bogota in der Deutſchen Vierteljahrs-Schrift 1839 Bd. I. S. 117.)

[86] (S. 292.) Journal of the Asiatic Society 1844 No. 15 p. 109.

[87] (S. 293.) Beyrich in Karſten's Archiv für Mineralogie 1844 Bd. XVIII. S. 218.

[88] (S. 293.) Durch die trefflichen Arbeiten vom Grafen Sternberg, von Adolph Brongniart, Göppert und Lindley.

[89] (S. 294.) S. Robert Brown, Botany of Congo p. 42, und den unglücklichen d'Urville in dem Memoire: De la distribution des Fougères sur la surface du globe terrestre.

[90] (S. 294.) Dahin gehören die vom Grafen Sternberg entdeckten und von Corda beſchriebenen Cycadeen aus der alten Steinkohlenformation zu Radnitz in Böhmen (2 Arten Cycadites und Zamites Cordai; ſ. Göppert, foſſile Cycadeen in den Arbeiten der Schleſ. Geſellſchaft für vaterl. Cultur im J. 1843 S. 33, 37, 40 und 50). Auch in der oberſchleſiſchen Steinkohlenformation zu Königshütte iſt eine Cycadee, Pterophyllum gonorrhachis Goepp., gefunden worden.

[91] (S. 294.) Lindley, Fossil Flora No. 15 p. 163.

[92] (S. 294.) Fossil Coniferae in Buckland, Geology p. 483—490. Herr Witham hat das große Verdienſt, die Exiſtenz der Coniferen in der frühen Vegetation des alten Steinkohlengebildes zuerſt erkannt zu haben. Vormals wurden faſt alle in dieſer Formation vorkommenden Holzſtämme als Palmen beſchrieben. Die Arten des Geſchlechts Araucarites ſind aber nicht der Steinkohlenformation der britiſchen Inſeln allein eigenthümlich, ſie finden ſich auch in Oberſchleſien.

[93] (S. 294.) Adolph Brongniart, Prodrome d'une Hist. des Végétaux fossiles p. 179; Buckland, Geology p. 479; Endlicher und Unger, Grundzüge der Botanik 1843 S. 455.

[94] (S. 294.) »By means of Lepidodendron a better passage is established from Flowering to Flowerless Plants than by either Equisetum or Cycas or any other known genus.« Lindley und Hutton, Fossil Flora Vol. II. p. 53.

[95] (S. 295.) Kunth, Anordnung der Pflanzenfamilien in ſeinem Handb. der Botanik S. 307 und 314.

[96] (S. 295.) Daß Steinkohlen nicht durch Feuer verkohlte Pflanzenfaſern ſind, ſondern ſich wahrſcheinlich auf naſſem Wege, unter Mitwirkung von Schwefelſäure, gebildet haben, beweiſt auffallend, nach Göppert's ſcharfſinniger Beobachtung (Karſten,

Archiv für Mineralogie Bd. XVIII. S. 530), ein Stück in ſchwarze Kohle verwandelten Bernſteinbaumes. Die Kohle liegt dicht neben dem ganz unzerſetzten Bernſtein. Ueber den Antheil, den niedrige Gewächſe an der Bildung der Kohlenflöze haben können, ſ. Link in den Abhandl. der Berliner Akademie der Wiſſenſchaften 1838 S. 38.

[97] (S. 295.) S. die genaue Arbeit von Chevandier in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences 1844. T. XVIII. P. 1. p. 285. Um die 7 Linien dicke Schicht Kohlenſtoff mit den Steinkohlenflözen zu vergleichen, muß man noch auf den ungeheuren Druck Rückſicht nehmen, welchen dieſe Flöze von dem darüber liegenden Geſtein erleiden und welcher ſich meiſt in der abgeplatteten Geſtalt der unterirdiſchen Baumſtämme offenbart. „Die ſogenannten hölzernen Berge an dem ſüdlichen Ufer der 1806 von Sirowatſkoi entdeckten Inſel Neu-Sibirien beſtehen nach Hedenſtröm in einer Höhe von 30 Faden aus horizontalen Schichten von Sandſtein, die mit bituminöſen Baumſtämmen abwechſeln. Auf dem Gipfel der Berge ſtehen die Stämme ſenkrecht. Die Schicht voll Treibholz iſt 5 Werſte lang ſichtbar.“ Wrangel, Reiſe längs der Nordküſte von Sibirien in den Jahren 1820—1824 Th. I. S. 102.

[98] (S. 296.) Dieſe Coryppa iſt die Soyate (aztekiſch zoyatl) oder Palma dulce der Eingebornen; ſ. Humboldt und Bonpland, Synopsis Plant. aequinoct. Orbis Novi T. I. p. 302. Ein tiefer Kenner der amerikaniſchen Sprachen, Profeſſor Buſchmann, bemerkt, daß die Palma soyate auch in Yepes Vocabulario de la Lengua Othomi genannt wird und daß das aztekiſche Wort zoyatl (Molina, Vocabulario en lengua mexicana y castellana p. 25) ſich in Ortsnamen Zoyatitlan und Zoyapanco bei Chiapa wiederfindet.

[99] (S. 296.) Bei Baracoa und Cayos de Moa; ſ. Tagebuch des Admirals vom 25 und 27 November 1492 und Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géogr. du Nouveau Continent T. II. p. 252 und T. III. p. 23. Columbus iſt ſo aufmerkſam auf alle Naturgegenſtände, daß er ſchon und zwar zuerſt Podocarpus von Pinus unterſcheidet. Ich finde, ſagt er: »en la tierra aspera del Cibao pinos que no llevan piñas (Tannenzapfen), pero por tal orden compuestos por naturaleza, que (los frutos) parecen azeytunas del Axarafe de Sevilla.« Der große Pflanzen-

kenner Richard, als er seine treffliche Abhandlung über Cycadeen und Coniferen herausgab, hatte nicht geahndet, daß vor L'Héritier schon am Ende des 15ten Jahrhunderts Podocarpus von den Abietineen durch einen Seefahrer getrennt worden sei.

[100] (S. 297.) Charles Darwin, Journal of the Voyages of the Adventure and Beagle 1839 p. 271.

[1] (S. 297.) Göppert beschreibt noch drei Cycadeen (Arten von Cycadites und Pterophyllum) aus dem Braunkohlen-Schieferthon von Altsattel und Commotau in Böhmen, vielleicht aus der Cocänperiode (Göppert in der Anm. 90 angeführten Schrift S. 61).

[2] (S. 298.) Buckland, Geology p. 509.

[3] (S. 299.) Leopold von Buch in den Abhandl. der Akad. der Wiss. zu Berlin aus den J. 1814—1815 S. 161 und in Poggendorff's Annalen Bd. IX. S. 575; Elie de Beaumont in den Annales des Sciences nat. T. XIX. p. 60.

[4] (S. 300) Vergl. Elie de Beaumont, Descr. géol. de la France T. I. p. 65; Beudant, Géologie 1844 p. 209.

[5] (S. 304.) Transactions of the Cambridge Philosophical Society Vol. VI. P. 2. 1837 p. 297. Nach Anderen wie 100 : 284.

[6] (S. 305.) Im Mittelalter herrschte die Meinung, daß die Meere nur den siebenten Theil der Erdoberfläche bedeckten; eine Meinung, welche der Cardinal d'Ailly (Imago Mundi cap. 8) auf das apocryphische 4te Buch Esra gründete. Columbus, der seine cosmologischen Kenntnisse immer aus den Werken des Cardinals schöpfte, hatte ein großes Interesse, diese Meinung von der Kleinheit der Meere, zu welcher wohl auch der mißverstandene Ausdruck des „Flusses Ocean" beitrug, zu vertheidigen. Vergl. Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géographie T. I. p. 186.

[7] (S. 306.) Agathemeros in Hudson, Geographi minores T. II. p. 4. Vergl. Humboldt, Asie centr. T. I. p. 120, 125.

[8] (S. 306.) Strabo lib. I. p. 63 Casaub. Vergl. Humboldt, Examen crit. T. I p. 152.

[9] (S. 307.) Vergl. über die mittlere Breite der nordasiatischen Küste und die wahre Benennung der Vorgebirge Taimura

(Cap Siewero — Wostotschnoi) und Cap Nord-Oſt (Schalagskoi Mys) Humboldt, Asie centrale T. III. p. 35 und 37.

[10] (S. 308.) Eben daſelbſt T. I. p. 198—200. Auch die Südſpitze von Amerika ſammt dem Archipelagus, welchen wir das Feuerland nennen, liegt im Meridian des nördlichſten Theils der Baffinsbai und des großen noch unbegrenzten Polarlandes, das vielleicht zu Weſt-Grönland gehört.

[11] (S. 308.) Strabo lib. II. p. 92 und 108 Caſaub.

[12] (S. 308.) Humboldt, Asie centrale T. III. p. 25. Ich habe ſchon früh (1817) in meinem Werke De distributione geographica plantarum secundum coeli temperiem et altitudinem montium auf jene, für Klimatologie und Menſchengeſittung gleich wichtigen Unterſchiede gegliederter und ungegliederter Continente aufmerkſam gemacht: »Regiones vel per sinus lunatos in longa cornua porrectae, angulosis litterum recessibus quasi membratim discerptae, vel spatia patentia in immensum, quorum littora nullis incisa angulis ambit sine anfractu Oceanus« (p. 81 und 182). Ueber das Verhältniß der Küſtenlängen zum Areal eines Continents (gleichſam das Maaß der Zugänglichkeit des Inneren) ſ. die Unterſuchungen in Berghaus Annalen der Erdkunde Bd. XII. 1835 S. 490 und Phyſikal. Atlas 1839 No. III. S. 69.

[13] (S. 308.) Strabo lib. II. p. 126 Caſaub.

[14] (S. 309.) Von Afrika ſagt ſchon Plinius (V, 1): Nec alia pars terrarum pauciores recipit sinus. Auch die kleine indiſche Halbinſel dieſſeits des Ganges bietet als Dreieck eine dritte ſehr analoge Form dar. Im griechiſchen Alterthume herrſchten Meinungen von einer regelmäßigen Geſtaltung der Feſten. Es ſollte vier Buſen geben, unter denen der perſiſche dem hyrcaniſchen (d. i. dem caſpiſchen Meere) gegenübergeſtellt wird (Arrian VII, 16; Plut. in vita Alexandri cap. 44; Dionyſ. Perieg. v. 48 und 630 pag. 11 und 38 Bernh.). Die vier Buſen und die Landengen ſollen ſich ſogar, nach den optiſchen Phantaſien des Ageſtanar, auf der Mondſcheibe abſpiegeln (Plut. de Facie in Orbe Lunae p. 921, 19). Ueber die terra quadrifida oder die vier Feſtlande, deren zwei nördlich und zwei ſüdlich vom Aequator liegen, ſ. Macrobius, Comm. in Somnium Scipionis II, 9. Ich habe dieſen Theil der alten Geographie, über welchen viel

Verwirrung herrſcht, einer neuen und ſorgfältigen Prüfung unterworfen im Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 119, 145, 180—185, wie in Asie centr. T. II. p. 172—178.

[15] (S. 309.) Fleurieu im Voyage de Marchand autour du Monde T. IV. p. 38—42.

[16] (S. 309.) Humboldt im Journal de Physique T. LIII. 1799 p. 33 und Rel. hist. T. II. p. 19, T. III. p. 189 und 198.

[17] (S. 310.) Humboldt in Poggendorff's Annalen der Phyſik Bd. XL. S. 171. Ueber die merkwürdige Fiordbildung an dem Südoſt-Ende von Amerika ſ. Darwin, Journal (Narrative of the voyages of the Adventure and Beagle Vol. III.) 1839 p. 266. Der Parallelismus der beiden Bergketten erhält ſich von 5° ſüdlicher bis 5° nördlicher Breite. Die Wendung der Richtung der Küſte bei Arica ſcheint die Folge des veränderten Streichens der Gangkluft (Spalte) zu ſein, auf welcher die Cordillera de los Andes aufgeſtiegen iſt.

[18] (S. 312.) De la Beche, Sections and Views illustrative of Geological Phenomena 1830 Tab. 40; Charles Babbage, Observations on the Temple of Serapis at Pozzuoli near Naples and on certain causes which may produce Geological Cycles of great extent 1834. „Eine Sandſteinſchicht von 5 engl. Meilen Dicke wird, wenn ſie ſich um 100° Fahr. erwärmt, in ihrer Oberfläche um 25 Fuß ſteigen. Erhitzte Lettenſchichten müſſen dagegen durch Contraction ein Sinken des Bodens hervorbringen." Vergl. die Berechnungen für das ſäculäre Steigen von Schweden, unter der Vorausſetzung der geringen Zunahme von 3° Réaum. in einer 140000 Fuß dicken zu Schmelzhitze erwärmten Schicht, in Biſchof, Wärmelehre des Innern unſeres Erdkörpers S. 303.

[19] (S. 312.) „Die (bisher ſo ſicher ſcheinende) Vorausſetzung des Gleichbleibens der Schwere an einem Meſſungspunkte iſt durch die neuen Erfahrungen über die langſame Erhebung großer Theile der Erdoberfläche einigermaßen unſicher geworden." Beſſel über Maaß und Gewicht in Schumacher's Jahrbuch für 1840 S. 134.

[20] (S. 313.) Th. II. (1810) S. 389. Vergl. Hallſtröm in Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar (Stockh.) 1823

p. 30; Lyell in den Philos. Transact. for 1835 p. 1; Blom (Amtmann in Budskerud), Stat. Beschr. von Norwegen 1843 S. 89—116. Wenn, nicht vor Leopolds von Buch Reise nach Scandinavien, sondern vor der Herausgabe dieses Werkes, schon Playfair 1802 in den Illustrations of the Huttonian Theory § 393, und, wie Keilhau (Om Landjordens Stigning in Norge in dem Nyt Magazin for Naturvidenskaberne) erinnert, vor Playfair der Däne Jessen ebenfalls schon die Vermuthung geäußert hat, daß nicht das Meer sinke, sondern das feste Land von Schweden sich erhebe; so sind diese Aeußerungen unserm großen Geognosten gänzlich unbekannt geblieben und haben keinen Einfluß auf die Fortschritte der physischen Erdbeschreibung ausgeübt. Jessen hat in seinem Werke Kongeriget Norge fremstillet efter dets naturlige og borgerlige Tilstand, Kjöbenh. 1763, die Ursachen der Veränderung des Niveau-Verhältnisses des Meeres zur Höhe der Küsten nach den alten Angaben von Celsius, Kalm und Dalin zu ergründen gesucht. Er äußert verworrene Ideen über die Möglichkeit eines inneren Wachsens und Zunehmens der Steine (des felsigen Bodens), erklärt sich aber zuletzt doch für Erhebung des Landes als Folge von Erdbeben. „Obgleich", sagt er, „gleich nach dem Erdbeben (bei Egersund) keine solche Erhebung bemerkt worden ist, so könnte doch dadurch anderen Ursachen die Gelegenheit dazu eröffnet worden sein."

[21] (S. 313.) Berzelius, Jahresbericht über die Fortschritte der physischen Wiss. No. 18. S. 686. Die Inseln Saltholm, Kopenhagen gegenüber, und Bornholm steigen aber sehr wenig; Bornholm kaum 1 Fuß in einem Jahrhundert. S. Forchhammer im Philos. Magazine Series III. Vol. II. p. 309.

[22] (S. 313.) Keilhau im Nyt Mag. for Naturvid. 1832 Bd. I. p. 105—254, Bd. II. p. 57; Bravais sur les lignes d'ancien niveau de la Mer 1843 p. 15—40. Vergl. auch Darwin on the Parallel roads of Glen-Roy and Lochaber in den Philos. Transact. for 1839 p. 60.

[23] (S. 314.) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 319—324, T. III. p. 549—551. Die Depression des todten Meeres ist nach und nach ergründet worden durch die barometrischen Messungen

von Graf Bertou, durch die weit ſorgfältigeren von Rußegger, und durch die trigonometriſche Meſſung des engliſchen Schiffs-Lieutenants Symond. Die letztere gab, nach einem Briefe, den Herr Alderſon an die geographiſche Geſellſchaft zu London richtete und den mir mein Freund, der Capitän Waſhington, mitgetheilt, — 1506 Fuß für den Unterſchied des Waſſerſpiegels des todten Meeres und des höchſten Hauſes in Jaffa. Herr Alderſon glaubte damals (28 Nov. 1841), das todte Meer liege ohngefähr 1314 Fuß unter dem Niveau des mittelländiſchen Meeres. In einer neueren Mittheilung des Lieutenant Symond (Jameſon's Edinb. New Philos. Journal Vol. XXXIV. 1843 p. 178) wird als Endreſultat zweier ſehr mit einander übereinſtimmender trigonometriſchen Operationen die Zahl 1231 Fuß (immer Pariſer Maaß) angegeben.

[24] (S. 314.) Sur la Mobilité du fond de la Mer Caspienne in meiner Asie centr. T. II. p. 283—294. Auf meine Aufforderung hat die kaiſerliche Akademie der Wiſſenſchaften zu St. Petersburg 1830 bei Baku auf der Halbinſel Abſcheron durch den gelehrten Phyſiker Lenz feſte Marken (Zeichen, den mittleren Waſſerſtand zu einer beſtimmten Epoche angebend) an verſchiedenen Punkten eingraben laſſen. Auch habe ich 1839 in einem der Nachträge zu der Inſtruction, welche dem Capitän Roß für die antarctiſche Expedition ertheilt ward, darauf gedrungen, daß überall an Felſen in der ſüdlichen Hemiſphäre, wo ſich dazu Gelegenheit fände, Marken, wie in Schweden und am caſpiſchen Meere, eingegraben werden möchten. Wäre dies ſchon in den älteſten Reiſen von Bougainville und Cook geſchehen, ſo würden wir jetzt wiſſen: ob die ſeculäre relative Höhenveränderung von Meer und Land ein allgemeines oder nur ein örtliches Naturphänomen ſei; ob ein Geſetz der Richtung in den Punkten erkannt werden kann, die gleichzeitig ſteigen oder ſinken.

[25] (S. 314.) Ueber das Sinken und Steigen des Bodens der Südſee und die verſchiedenen areas of alternate movements ſ. Darwin's Journal p. 557 und 561—566.

[26] (S. 317.) Humboldt, Rel. hist. T. III. p. 232—234. Vergl. auch die ſcharfſinnigen Bemerkungen über Erdgeſtaltung und Lage der Höhenzüge in Albrechts von Roon Grundzügen der Erd-, Völker- und Staatenkunde Abth. I. 1837 S. 158, 270 und 276.

[27] (S. 318.) Leop. von Buch über die geognoſtiſchen

Syſteme von Deutſchland in ſeinen Geogn. Briefen an Alexander von Humboldt 1824 S. 265—271; Elie de Beaumont, Recherches sur les Révolutions de la Surface du Globe 1829 p. 297—307.

[28] (S. 318.) Humboldt, Asie centrale T. I. p. 277—283. Siehe auch mein Essai sur le Gisement des Roches 1822 p. 57 und Relat. hist. T. III. p. 244—250.

[29] (S. 319.) Asie centrale T. I. p. 284—286. Das adriatiſche Meer folgt auch der Richtung SO—NW.

[30] (S. 319.) De la hauteur moyenne des continents in Asie centrale T. I. p. 82—90 und 165—189. Die Reſultate, welche ich erhalten, ſind als Grenz-Zahlen (nombres-limites) zu betrachten. Laplace hat die mittlere Höhe der Continente zu 3078 Fuß, alſo wenigſtens um das Dreifache zu hoch, angeſchlagen. Der unſterbliche Geometer (Mécanique céleste T. V. p. 14) ward zu dieſer Annahme durch Hypotheſen über die mittlere Tiefe des Meeres veranlaßt. Ich habe gezeigt (Asie centr. T. I. p. 93), wie ſchon die Alexandriniſchen Mathematiker nach dem Zeugniß des Plutarchus (in Aemilio Paulo cap. 15) dieſe Meerestiefe durch die Höhe der Berge bedingt glaubten. Die Höhe des Schwerpunkts des Volums der Continental-Maſſen iſt in dem Lauf der Jahrtauſende wahrſcheinlich kleinen Veränderungen unterworfen.

[31] (S. 320.) Zweiter geologiſcher Brief von Elie de Beaumont an Alexander von Humboldt in Poggendorff's Annalen Bd. XXV. S. 1—58.

[32] (S. 321.) Humboldt, Relation hist. T. III. chap. XXIX p. 514—530.

[33] (S. 323.) Siehe die Reihe meiner Beobachtungen in der Südſee von 0° 5′ bis 13° 16′ nördlicher Breite in Asie centr. T. III. p. 354.

[34] (S. 323.) On pourra (par la température de l'Océan sous les tropiques) attaquer avec succès une question capitale restée jusqu'ici indécise, la question de la constance des températures terrestres, sans avoir à s'inquiéter des influences locales naturellement fort circonscrites, provenant du déboisement des plaines et des montagnes, du dessèchement des lacs et des marais. Chaque siècle, en léguant aux siècles futurs quelques chiffres bien faciles à obtenir, leur donnera le moyen peut-être le plus simple, le

et de Physique T. LVII. 1834 p. 171 — 173; derſelbe eben daſelbſt T. LXXI. 1839 p. 116. Nach Bouſſingault und Lewy oſcillirte der Kohlenſäure-Gehalt des Luftkreiſes in Andilly, alſo fern von den Ausdünſtungen der Städte, nur zwiſchen 0,00028 und 0,00031 im Volum.

[46] (S. 333.) Liebig in ſeinem wichtigen Werke: Die organiſche Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Phyſiologie 1840 S. 64—72. Ueber Einfluß der Luftelectricität auf Erzeugung des ſalpeterſauren Ammoniaks, der ſich bei Berührung mit Kalk in kohlenſauren verwandelt, ſ. Bouſſingault, Économie rurale considérée dans ses rapports avec la Chimie et la Météorologie 1844 T. II. p. 247 und 697 (vergl. auch T. I. p. 84).

[47] (S. 333.) Lewy in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XVII. P. 2. p. 235—248.

[48] (S. 333.) J. Dumas in den Annales de Chimie 3ème Série T. III. 1841 p. 257.

[49] (S. 333.) In dieſer Aufzählung iſt des nächtlichen Aushauchens der Kohlenſäure durch die Pflanzen, indem ſie Sauerſtoff einhauchen, nicht gedacht, da dieſe Vermehrung der Kohlenſäure reichlich durch den Reſpirationsproceß der Pflanzen während des Tages erſetzt wird. Vergl. Bouſſingault, Écon. rurale T. I. p. 53—68; Liebig, Organiſche Chemie S. 16 und 21.

[50] (S. 334.) Gay-Luſſac in den Annales de Chimie T. LIII. p. 120; Payen, Mém. sur la composition chimique des Végétaux p. 36 und 42; Liebig, Org. Chemie S. 299—345; Bouſſingault, Écon. rurale T. I. p. 142—153.

[51] (S. 335.) Bouvard hat im Jahr 1827 durch Anwendung der Formeln, die Laplace kurz vor ſeinem Tode dem Längen-Bureau übergeben hatte, gefunden, daß der Theil der ſtündlichen Oſcillationen des Luftdruckes, welcher von der Anziehung des Mondes herrührt, das Queckſilber im Barometer zu Paris nicht über $^{18}/_{1000}$ eines Millimeters erheben könne: während nach 11jährigen Beobachtungen eben daſelbſt die mittlere Barometer-Oſcillation von 9 Uhr Morgens bis 3 Uhr Nachmittags 9,756 Millimeter, von 3 Uhr Nachmittags bis 9 Uhr Abends 0,373 Millimeter war. S. Mémoires de l'Acad. des Sciences T. VII. 1827 p. 267.

[52] (S. 336.) Observations faites pour constater la marche des variations horaires du Baromètre sous

les Tropiques, in meiner Relation historique du Voyage aux Régions Équinoxiales T. III. p. 270—313.

[53] (S. 336.) Bravais in Kaemtz et Martins, Météorologie p. 263. Zu Halle (Br. 51° 29′) iſt die Größe der Oſcillation noch 0,28 Linien. Auf den Bergen in der gemäßigten Zone ſcheint eine große Menge von Beobachtungen erforderlich zu ſein, um zu einem ſicheren Reſultate über die Wendeſtunden zu gelangen. Vergl. die Beobachtungen ſtündlicher Variationen, welche auf dem Faulhorn 1832, 1841 und 1842 geſammelt wurden, in Martins, Météorologie p. 254.

[54] (S. 337.) Humboldt, Essai sur la Géographie des Plantes 1807 p. 90. Derſelbe in Rel. hist. T. III. p. 313, und über den verminderten Luftdruck in der Tropengegend des atlantiſchen Oceans in Poggend. Annalen der Phyſik Bd. XXXVII. S. 245—258 und S. 468—486.

[55] (S. 337.) Dauſſy in den Comptes rendus T. III. p. 136.

[56] (S. 337.) Dove über die Stürme, in Poggend. Ann. Bd. LII. S. 1.

[57] (S. 338.) Leopold von Buch, barometriſche Windroſe, in den Abhandl. der Akad. der Wiſſ. zu Berlin aus den J. 1818—1819 S. 187.

[58] (S. 338.) S. Dove, meteorologiſche Unterſuchungen 1837 S. 99—343, und die ſcharfſinnigen Bemerkungen von Kämtz über das Herabſinken des Weſtwindes der oberen Luftſchichten in höheren Breiten und die allgemeinen Phänomene der Windesrichtung in ſeinen Vorleſungen über Meteorologie 1840 S. 58—66, 196—200, 327—336, 353—364; Kämtz in Schumacher's Jahrbuch für 1838 S. 291—302. Eine ſehr gelungene und lebendige Darſtellung meteorologiſcher Anſichten hat Dove in ſeiner kleinen Schrift: Witterungsverhältniſſe von Berlin 1842 gegeben. Ueber frühe Kenntniß der Seefahrer von der Drehung des Windes vergl. Churruca, Viage al Magellanes 1793 p. 15 und über einen denkwürdigen Ausſpruch von Chriſtoph Columbus, den uns ſein Sohn Don Fernando Colon in Vida del Almirante cap. 55 erhalten hat, Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géographie T. IV. p. 253.

[59] (S. 339.) Monsun (malayiſch musim, der hippalus der

Griechen) wird abgeleitet von dem arabiſchen Worte mausim, beſtimmte Zeit, Jahreszeit, Zeit der Verſammlung der Pilger in Mecca. Das Wort iſt auf die Jahreszeit der regelmäßigen Winde übergetragen, welche Namen haben von den Gegenden, aus denen ſie wehen; ſo ſagt man Mausim von Aden, Guzerat, Malabar u. ſ. w. (Laſſen, Indiſche Alterthumskunde Bd. I. 1843 S. 211.) Ueber den Gegenſatz der feſten oder flüſſigen Grundlage der Atmoſphäre ſ. Dove in den Abhandl. der Akad. der Wiſſ. zu Berlin aus dem J. 1842 S. 239.

[60] (S. 344.) Humboldt, Recherches sur les causes des Inflexions des Lignes isothermes in Asie centr. T. III. p. 103—114, 118, 122, 188.

[61] (S. 346.) Georg Forſter, kleine Schriften Th. III. 1794 S. 87; Dove in Schumacher's Jahrbuch für 1841 S. 289; Kämtz, Meteorologie Bd. II. S. 41, 43, 67 und 96; Arago in den Comptes rendus T. I. p. 268.

[62] (S. 347.) Dante, Divina Commedia, Purgatorio canto III.

[63] (S. 349.) Humboldt sur les Lignes isothermes in den Mémoires de physique et de chimie de la Société d'Arcueil T. III. Paris 1817 p. 143—165; Knight in den Transactions of the Horticultural Society of London Vol. I. p. 32; Watſon, Remarks on the geographical Distribution of British Plants 1835 p. 60; Trevelyan in Jameſon's New Edinb. Philos. Journal No. 18 p. 154; Mahlmann in ſeiner vortrefflichen deutſchen Ueberſetzung und Bearbeitung meiner Asie centrale Th. II. S. 60.

[64] (S. 349.) »Haec de temperie aeris, qui terram late circumfundit, ac in quo, longe a solo, instrumenta nostra meteorologica suspensa habemus. Sed alia est caloris vis, quem radii solis nullis nubibus velati, in foliis ipsis et fructibus maturescentibus, magis minusve coloratis, gignunt, quemque, ut egregia demonstrant experimenta amicissimorum Gay-Lussacii et Thenardi de combustione chlori et hydrogenis, ope thermometri metiri nequis. Etenim locis planis et montanis, vento libe spirante, circumfusi aeris temperies eadem esse potest coelo sudo vel nebuloso; ideoque ex observationibus solis thermometricis, nullo adhibito Photometro, haud cognosces, quam ob causam Galliae septentrionalis tractus Armoricanus et Nervicus, versus littora,

coelo temperato sed sole raro utentia, Vitem fere non tolerant. Egent enim stirpes non solum caloris stimulo, sed et lucis, quae magis intensa locis excelsis quam planis, duplici modo plantas movet, vi sua tum propria, tum calorem in superficie earum excitante.« (Humboldt de distributione geographica plantarum 1817 p. 163—164.)

[65] (S. 349.) Humboldt a. a. O. p. 156—161; Meyen in seinem Grundriß der Pflanzengeographie 1836 S. 379—467; Bousſingault, Économie rurale T. II. p. 675.

[66] (S. 350.) Hier folgt eine die europäiſche Weincultur erläuternde Tabelle in abſteigender Scale, gleichſam die Verſchlechterung des Weines nach Maaßgabe der klimatiſchen Verhältniſſe darſtellend. S. meine Asie centrale T. III. p. 159. Den Beiſpielen, welche im Text des Kosmos über die Weincultur bei Bordeaux und Potsdam gegeben worden, ſind noch die numeriſchen Verhältniſſe der Rhein- und Maingegenden (Br. 48°35′ — 50°7′) beigefügt. Cherbourg (Normandie) und Irland offenbaren am deutlichſten, wie bei Temperaturverhältniſſen, welche von denen des innern Landes nach Angabe der im Schatten beobachteten Thermometer wenig verſchieden ſind, die Pflanze bei heiterem ſonnigen oder durch Nebel verſchleiertem Himmel reife oder unreife Früchte trägt.

Orte.	Breite.	Höhe in Toiſen.	Jahr.	Winter.	Frühjahr.	Sommer.	Herbſt.	Beobachtungsjahre.
Bordeaux	44°50	4	13°,9	6°,1	13°,4	21°,7	14°,4	10
Straßburg	48 35	75	9,8	1,2	10,0	18,1	10,0	35
Heidelberg	49 24	52	9,7	1,1	10,0	17,9	9,9	20
Manheim	49 29	47	10,3	1,5	10,4	19,5	9,8	12
Würzburg	49 48	88	10,1	1,6	10,2	18,7	9,7	27
Frankfurt a. M.	50 7	60	9,6	0,8	10,0	18,0	9,7	19
Berlin	52 31	16	8,6	—0,6	8,1	17,5	8,6	22
Cherbourg kein Wein	49 39	0	11,2	5,2	10,4	16,5	12,5	3
Dublin	53 23	0	9,5	4,6	8,4	15,3	9,8	13

Die große Uebereinſtimmung in der Vertheilung der Jahreswärme unter die verſchiedenen Jahreszeiten, welche die Angaben vom Rhein- und Mainthale darbieten, zeugt für die Genauigkeit der angewandten meteorologiſchen Beobachtungen. Als Winter ſind, wie in meteorologiſchen Tabellen am vortheilhafteſten iſt, die Monate December, Januar und Februar gerechnet. Die Thermometergrade ſind, wie im ganzen Kosmos, in hunderttheiliger Scale. Wenn man die Qualität der Weine in Franken oder den baltiſchen Ländern mit der mittleren Temperatur der Sommer- und Herbſtmonate um Würzburg und Berlin vergleicht, ſo iſt man faſt verwundert nur 1° bis 1°,2 Unterſchied zu finden; aber die Frühlings-Temperaturen ſind um 2° verſchieden; und die Blüthezeit der Rebe bei ſpäten Maifröſten, nach einem ebenfalls um 2° kälteren Winter, iſt ein eben ſo wichtiges Element als die Zeit der ſpäten Reife der Traube und die Wirkung des directen, nicht zerſtreuten (diffuſen) Lichtes bei unverdeckter Sonnenſcheibe. Der im Text berührte Unterſchied zwiſchen der wahren oberflächlichen Bodentemperatur und den Angaben eines im Schatten beobachteten geſchützten Thermometers iſt von Dove durch funfzehnjährige Reſultate aus dem Garten zu Chiswick bei London ergründet worden. (Bericht über die Verhandl. der Berl. Akad. der Wiſſ. Auguſt 1844 S. 285.)

[67] (S. 351.) Vergl. meine Abhandlung über die Haupturſachen der Temperaturverſchiedenheit auf der Erdoberfläche in den Abhandl. der Akad. der Wiſſenſch. zu Berlin aus dem Jahre 1827 S. 311.

[68] (S. 351.) Die ſibiriſche Bodenfläche zwiſchen Tobolſk, Tomſk und Barnaul vom Altai zum Eismeere liegt nicht ſo hoch als Manheim und Dresden; ja ſelbſt weit in Oſten vom Jeniſei liegt Irkutſk (208 Toiſen) noch faſt $\frac{1}{8}$ niedriger als München.

[69] (S. 353.) Humboldt, Recueil d'Observations astronomiques T. I. p. 126—140; Relation historique T. I. p. 119, 141 und 227; Biot in der Connaissance des temps pour l'an 1841 p. 90—109.

[70] (S. 355.) Anglerius de Rebus Oceanicis Dec. II. lib. II p. 140 (ed. Col. 1574). In der Sierra de Santa Marta, deren höchſte Gipfel 18000 Fuß Höhe zu überſteigen ſcheinen (ſ. meine Relat. hist. T. III. p. 214), heißt noch jetzt eine Spitze Pico de Gaira.

[71] (S. 356.) Vergl. meine Tafel der Höhe des ewigen Schnees in beiden Hemisphären von 71° ¼ nördlicher bis 53° 54′ südlicher Breite in Asie centrale T. III. p. 360.

[72] (S. 357.) Darwin, Journal of the voyages of the Adventure and Beagle p. 297. Da der Vulkan von Aconcagua zu der Zeit nicht im Ausbruch begriffen war, so darf man wohl nicht das merkwürdige Phänomen der Schneelosigkeit (wie bisweilen am Cotopari) innerer Durchwärmung (dem Ausziehen erhitzter Luft auf Spalten) zuschreiben. (Gillies im Journal of Nat. Science 1830 p. 316.)

[73] (S. 358.) S. mein Second Mémoire sur les Montagnes de l'Inde in den Annales de Chimie et de Physique T. XIV. p. 5—55 und Asie centrale T. III. p. 281—327. Während in Indien selbst die gründlichsten und erfahrensten Reisenden, Colebrooke, Webb und Hodgson, Victor Jacquemont, Forbes Royle, Carl von Hügel und Vigne, welche alle den Himalaya aus eigener Anschauung kannten, die größere Höhe der Schneegrenze am tübetischen Abfall bekräftigt hatten; wurde die Thatsache von John Gerard, von dem Geognosten Mac Clelland, Herausgeber des Calcutta Journal, und vom Lieutenant Thomas Hutton (Assistant Surveyor of the Agra Division) in Zweifel gestellt. Die Erscheinung meines Werkes über Central-Asien hat den Streit von neuem angefacht. Ein eben angekommenes Stück des ostindischen Journals für Naturgeschichte (Mac Clelland and Griffith, the Calcutta Journal of natural history Vol. IV. 1844 January) enthält aber eine merkwürdige und sehr entscheidende Erklärung über die Schneegrenzen am Himalaya. Herr Batten (Bengal Service) schreibt aus dem Lager von Semulka am Cosillah River in der Provinz Kumaon: „Erst spät, aber mit Verwunderung, lese ich die Behauptungen des Herrn Thomas Hutton über die Grenze des ewigen Schnees. Ich bin es der Wissenschaft um so mehr schuldig solchen Behauptungen zu widersprechen, als Herr Mac Clelland so weit geht, von dem Verdienste zu sprechen, welches sich Herr Hutton (Journal of the Asiatic Society of Bengal Vol. IX. Calcutta 1840 p. 575, 578 und 580) dadurch soll erworben haben, daß er einen weit verbreiteten Irrthum aufgedeckt. Es wird sogar irrig behauptet, daß jeder, welcher das Himalaya-Gebirge

durchstrichen ist, Hutton's Zweifel theilen müsse. Ich bin Einer von denen, die den westlichen Theil unsrer mächtigen Gebirgskette am meisten besucht haben. Ich war durch den Borendo-Paß in das Buspa-Thal und das untere Kunawur-Land gekommen, und durch den hohen Rupin-Paß in die Rewaien-Berge von Gurwal zurückgekehrt. Ich drang vor zu den Quellen des Jumna bis Jumnotri, wendete mich von da zu den Ganges-Zuflüssen von Mundakni und Wischnu-Aluknunda nach Kadarnath und dem berühmten Schneegipfel von Nundidevi. Mehrmals wanderte ich über den Niti-Paß nach dem tübetischen Hochlande. Die Ansiedelung von Bhote-Mehals habe ich selbst gestiftet. Mein Wohnsitz mitten im Gebirge hat mich seit sechs Jahren ununterbrochen mit europäischen und eingebornen Reisenden in Verkehr gesetzt, mit solchen, die ich auf das sorgfältigste über den Anblick des Landes habe befragen können. Nach allen auf diese Weise eingesammelten Erfahrungen bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, und bereit dieselbe überall zu vertheidigen, daß in dem Himalaya die Grenze des ewigen Schnees an dem nördlichen (tübetischen) Abhange höher liegt als an dem südlichen (indischen) Abhange. Herr Hutton verunstaltet das Problem, indem er Humboldt's allgemeine Ansicht der Erscheinung zu widerlegen glaubt; er ficht gegen ein von ihm selbst geschaffenes Phantasiebild, er sucht zu beweisen, was wir ihm gern zugeben, daß an einzelnen Bergen des Himalaya der Schnee länger auf der nördlichen als auf der südlichen Seite liegen geblieben ist." (Vergl. auch oben die Note 5 zu Seite 11.) Wenn die mittlere Höhe des tübetischen Hochlandes 1800 Toisen (10800 Fuß) ist, so kann man dasselbe mit dem lieblich fruchtbaren peruanischen Plateau von Caramarca vergleichen. Es ist nach dieser Ansicht aber noch 1200 Fuß niedriger als die Hochebene von Bolivia um den See von Titicaca und als das Straßenpflaster der Stadt Potosi. Ladak liegt nach Vigne's Messung mittelst der Bestimmung des Siedepunkts 1563 Toisen hoch. Wahrscheinlich ist dies auch die Höhe von H'Lassa (Pul-sung), einer Mönchsstadt, welche chinesische Schriftsteller das Reich der Freude nennen und welche mit Weinbergen umgeben ist. Sollten diese nicht in tief eingeschnittenen Thälern liegen?

[74] (S. 359.) Vergl. Dove, Meteorologische Vergleichung von Nordamerika und Europa, in Schumacher's

Jahrbuch für 1841 S. 311, und deſſen Meteorologiſche Unterſuchungen S. 140.

[75] (S. 359.) Die mittlere Regenmenge in Paris iſt nach Arago von 1805 bis 1822 geweſen: 18 Zoll 9 Linien, in London (von 1812 bis 1827) nach Howard 23 Zoll 4 Linien, in Genf nach einem Mittel von 32 Jahren 28 Zoll 8 Linien. In der Küſtengegend von Hinduſtan iſt die Regenmenge 108 bis 120 Zoll, und in der Inſel Cuba fielen 1821 volle 133 Zoll. Vergl. über die Vertheilung der Regenmenge im mittleren Europa nach Jahreszeiten die vortrefflichen Beobachtungen von Gasparin, Schouw und Bravais in der Bibliothèque universelle T. XXXVIII. p. 54 und 264, Tableau du Climat de l'Italie p. 76 und Martins Noten zu ſeiner ſehr bereicherten franzöſiſchen Ueberſetzung von Kämtz Vorleſungen über Meteorologie p. 142.

[76] (S. 359.) Nach Bouſſingault (Économie rurale T. II. p. 693) war in Marmato (Breite 5° 27′, Höhe 731 t und mittlere Temperatur 20°,4) in den Jahren 1833 und 1834 die mittlere Regenmenge 60 Zoll 2 Linien, während in Santa Fe de Bogota (Breite 4° 26′, Höhe 1358 t und mittlere Temperatur 14°,5) ſie nur 37 Zoll 1 Linie betrug.

[77] (S. 360.) S. über das Detail dieſer Beobachtung meine Asie centrale T. III. p. 85—89 und 567; über den Dampfgehalt im Tieflande vom tropiſchen Südamerika meine Relat. hist. T. I. p. 242—248, T. II. p. 45, 164.

[78] (S. 360.) Kämtz, Vorleſungen über Meteorologie S. 117.

[79] (S. 361.) Ueber die Bedingungen der Verdampfungs-Electricität bei hoher Temperatur ſ. Peltier in den Annales de Chimie T. LXXV. p. 330.

[80] (S. 361.) Pouillet in den Annales de Chimie T. XXXV. p. 405.

[81] (S. 361.) De la Rive in ſeinem vortrefflichen Essai historique sur l'Électricité p. 140.

[82] (S. 361.) Peltier in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XII. p. 307; Becquerel, Traité de l'Électricité et du Magnétisme T. IV. p. 107.

[83] (S. 362.) Duprez sur l'Électricité de l'air (Bruxelles 1844) p. 56—61.

[84] (S. 362.) Humboldt, Relation historique T. III. p. 318. Ich mache hier nur auf diejenigen meiner Verſuche aufmerkſam, in denen der 3 Fuß lange metalliſche Leiter des Sauſſure'ſchen Electrometers weder auf- und abwärts bewegt, noch nach Volta's Vorſchlag mit brennendem Schwamm armirt war. Denjenigen meiner Leſer, welche die jetzt ſtreitigen Punkte der Luftelectricität genau kennen, wird der Grund dieſer Beſchränkung verſtändlich ſein. Ueber die Bildung der Gewitter in den Tropen ſ. meine Relat. hist. T. II. p. 45 und 202—209.

[85] (S. 362.) Gay-Luſſac in den Annales de Chimie et de Physique T. VIII. p. 167. Nach den abweichenden Anſichten von Lamé, Becquerel und Peltier iſt über die Urſach der ſpecifiſchen Vertheilung der Electricität in Wolken, deren einige eine poſitive oder eine negative Spannung haben, bisher ſchwer zu entſcheiden. Auffallend iſt die zuerſt von Tralles aufgefundene, von mir oft in verſchiedenen Breiten beſtätigte negative Electricität der Luft, die bei hohen Waſſerfällen Zerſtäubung der Waſſertropfen veranlaßt, und in drei- bis vierhundert Fuß Entfernung für ſenſible Electrometer bemerkbar iſt.

[86] (S. 363.) Arago im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1839 p. 246.

[87] (S. 363.) A. a. O. p. 249—266 (vergl. p. 268—279).

[88] (S. 364.) A. a. O. p. 388—391. Der um die Meteorologie des aſiatiſchen Nordens hoch verdiente Akademiker von Baer hat nicht die große Seltenheit der Gewitter in Island und Grönland in Abrede geſtellt, er hat nur angezeigt (Bulletin de l'Acad. de St.-Pétersbourg 1839 Mai), daß man auch in Novaja Semlja und Spitzbergen bisweilen habe donnern gehört.

[89] (S. 365.) Kämtz in Schumacher's Jahrbuch für 1838 S. 285. (Ueber Gegenſätze der Wärmevertheilung in Oſten und Weſten, Europa und Nordamerika, ſ. Dove, Repertorium der Phyſik Bd. III. S. 392—395.)

[90] (S. 367.) Die Geſchichte der Pflanzen, welche auf eine geiſtreiche Art und mit wenigen Zügen Endlicher und Unger geſchildert haben (Grundzüge der Botanik 1843 S. 449—468), habe ich vor einem halben Jahrhundert in den meiner Unterirdiſchen Flora angehängten Aphorismen auf folgende Weiſe von der Pflanzengeographie getrennt: »Geognosia naturam

animantem et inanimam vel, ut vocabulo minus apto, ex antiquitate saltem haud petito, utar, corpora organica aeque ac inorganica considerat. Sunt enim tria quibus absolvitur capita: Geographia oryctologica quam simpliciter Geognosiam vel Geologiam dicunt, virque acutissimus Wernerus egregie digessit; Geographia zoologica, cujus doctrinae fundamenta Zimmermannus et Treviranus jecerunt; et Geographia plantarum quam aequales nostri diu intactam reliquerunt. Geographia plantarum vincula et cognationem tradit, quibus omnia vegetabilia inter se connexa sint, terrae tractus quos teneant, in aerem atmosphaericum quae sit eorum vis ostendit, saxa atque rupes quibus potissimum algarum primordiis radicibusque destruantur docet, et quo pacto in telluris superficie humus nascatur, commemorat. Est itaque quod differat inter Geognosiam et Physiographiam, historia naturalis perperam nuncupatam, quum Zoognosia, Phytognosia et Oryctognosia, quae quidem omnes in naturae investigatione versantur, non nisi singulorum animalium, plantarum, rerum metallicarum vel (venia sit verbo) fossilium formas, anatomen, vires scrutantur. Historia Telluris, Geognosiae magis quam Physiographiae affinis, nemini adhuc tentata, plantarum animaliumque genera orbem inhabitantia primaevum, migrationes eorum compluriumque interitum, ortum quem montes, valles, saxorum strata et venae metalliferae ducunt, aerem, mutatis temporum vicibus, modo purum, modo vitiatum, terrae superficiem humo plantisque paulatim obtectam, fluminum inundantium impetu denuo nudatam, iterumque siccatam et gramine vestitam commemorat. Igitur Historia zoologica, Historia plantarum et Historia oryctologica, quae non nisi pristinum orbis terrae statum indicant, a Geognosia probe distinguendae.« (Humboldt, Flora Fribergensis subterranea, cui accedunt aphorismi ex Physiologia chemica plantarum, 1793, p. IX—X.) Ueber die ſich ſelbſt beſtimmenden Bewegungen, von denen weiter unten im Texte die Rede iſt, vergl. die merkwürdige Stelle des Ariſtoteles de Coelo II, 2 p. 284 Bekker, wo der Unterſchied der belebten und unbelebten Körper in den inneren oder äußeren Beſtimmungsſitz der Bewegung geſetzt wird. Von der „ernährenden Pflanzenſeele", ſagt der Stagirite, geht keine Bewegung aus, weil die Pflanzen in einem „ſtillen, nicht zu erweckenden Schlummer liegen"

(Aristot. de generat. animal. V, 1 p. 778 Bekker) und keine Begierden haben, die sie zur Selbstbewegung reizen (Aristot. de somno et vigil. cap. 1 p. 455 Bekker).

[91] (S. 370.) Ehrenberg's Abhandlung über das kleinste Leben im Ocean, gelesen in der Akad. der Wiss. zu Berlin am 9 Mai 1844.

[92] (S. 371.) Humboldt, Ansichten der Natur (2te Ausg. 1826) Bd. II. S. 21.

[93] (S. 371.) Ueber Vermehrung durch Selbsttheilung des Mutterkörpers und durch Einschieben neuer Substanz s. Ehrenberg von den jetzt lebenden Thierarten der Kreidebildung, in den Abhandl. der Berliner Akad. der Wiss. 1839 S. 94. Die größte zeugende Kraft der Natur ist in den Vorticellen. Schätzungen der möglich raschesten Massenentwicklung finden sich in Ehrenberg's großem Werke: Die Infusionsthierchen als vollkommne Organismen 1838 S. XIII, XIX und 244. „Die Milchstraße dieser Organismen geht durch die Gattungen Monas, Vibrio, Bacterium und Bodo." Die Allbelebtheit der Natur ist so groß, daß kleinere Infusionsthiere parasitisch auf größeren leben, ja daß die ersteren wiederum anderen zum Wohnsitz dienen (S. 194, 211 und 512).

[94] (S. 372.) Aristot. Hist. Animal. V, 19 p. 552 Bekk.

[95] (S. 373.) Ehrenberg a. a. O. S. XIV, 122 und 493. Zu der raschen Vermehrung der kleinsten Organismen gesellt sich noch bei einigen (Weizen-Aalchen, Räderthieren, Wasserbären oder Tardigraden) die wunderbare Ausdauer des Lebens. Trotz einer 28tägigen Austrocknung im luftleeren Raume durch Chlorkalk und Schwefelsäure, trotz einer Erhitzung von 120° wurde die Wiedererweckung aus dem Scheintode beobachtet. Siehe die schönen Versuche des Herrn Doyère in Mém. sur les Tardigrades et sur leur propriété de revenir à la vie 1842 p. 119, 129, 131 und 133. Vergl. im allgemeinen über das Wiederaufleben Jahre lang vertrockneter Thiere Ehrenberg S. 492—496.

[96] (S. 373.) Man vergleiche über die vermeinte „primitive Umbildung" der organisirten oder unorganisirten Materie zu Pflanzen und Thieren Ehrenberg in Poggendorff's Annalen der Physik Bd. XXIV. S. 1—48 und desselben Infusionsthierchen S. 121 und 525 mit Joh. Müller, Physiologie

des Menſchen (4te Aufl. 1844) Bd. I. S. 8—17. Ueberaus merkwürdig ſcheint mir, daß Auguſtinus der Kirchenvater ſich in ſeinen Fragen: wie möglicherweiſe die Inſeln nach der großen Fluth haben auf's neue Pflanzen und Thiere empfangen können, der ſogenannten „keim- und mutterloſen Zeugung" (generatio aequivoca, spontanea aut primaria) keineswegs abgeneigt bezeigt. „Haben", ſagt er, „die Engel die Thiere nicht auf abgelegene Inſeln gebracht oder etwa jagdluſtige Bewohner der Continente, ſo müſſen ſie aus der Erde unmittelbar entſtanden ſein; wobei freilich die Frage entſteht, zu welchem Zwecke allerlei Thiere in der Arche verſammelt worden waren." »Si e terra exortae sunt (bestiae) secundum originem primam, quando dixit Deus: Producat terra animam vivam! multo clarius apparet, non tam reparandorum animalium causa, quam figurandarum variarum gentium (?) propter ecclesiae sacramentum in Arca fuisse omnia genera, si in insulis, quo transire non possent, multa animalia terra produxit.« Auguſtinus de Civitate Dei lib. XVI cap. 7 (Opera ed. Monach. Ordinis S. Benedicti T. VII. Venet. 1732 p. 422). — Schon 200 Jahre vor dem Biſchof von Hippo finden wir in den Auszügen des Trogus Pompejus die generatio primaria mit der früheſten Abtrocknung der Urwelt und der Hochebene von Aſien in Verbindung geſetzt, ganz wie in der paradieſiſchen Terraſſen-Theorie des großen Linné und in den Atlantis-Träumen des achtzehnten Jahrhunderts: »Quodsi omnes quondam terrae submersae profundo fuerunt, profecto editissimam quamque partem decurrentibus aquis primum detectam; humillimo autem solo eandem aquam diutissime immoratam, et quanto prior quaeque pars terrarum siccata sit, tanto prius animalia generare coepisse. Porro Scythiam adeo editiorem omnibus terris esse, ut cuncta flumina ibi nata in Maeotim, tum deinde in Ponticum et Aegyptium mare decurrant.« Juſtinus lib. II. cap. 1. Die irrige Meinung, daß das Land der Scythen eine Hochebene bilde, iſt ſo uralt, daß wir ſie ſchon recht deutlich im Hippocrates (De Aere et Aquis cap. 6 § 96 Coray) ausgedrückt finden. „Scythien", ſagt er, „bildet hohe und nackte Ebenen, die, ohne von Bergen gekrönt zu ſein, gegen Norden immer höher und höher anſteigen."

[37] (S. 374.) Humboldt, Aphorismi ex Physiologia

chemica plantarum in der Flora Fribergensis subterranea 1793 p. 178.

[98] (S. 374.) Ueber die Physiognomik der Gewächse in Humboldt, Ansichten der Natur Bd. II. S. 1—125.

[99] (S. 375.) Aetna Dialogus. Opuscula Basil. 1556 p. 53—54. Eine schöne Pflanzengeographie des Aetna hat in neuerer Zeit Philippi gegeben. S. Linnäa 1832 S. 733.

[100] (S. 376.) Ehrenberg in den Annales des Sciences naturelles T. XXI. p. 387—412; Humboldt, Asie centrale T. I. p. 339—342, T. III. p. 96—101.

[1] (S. 377.) Schleiden über die Entwicklungsweise der Pflanzenzellen, in Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie 1838 S. 137—176; desselben Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik Th. I. S. 191, Th. II. S. 11; Schwann, Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen 1839 S. 45 und 220. Vergl. auch über gleichartige Fortpflanzung Joh. Müller, Physiologie des Menschen 1840 Th. II. S. 614.

[2] (S. 377.) Schleiden, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik 1842 Th. I. S. 192—197.

[3] (S. 379.) Tacitus unterscheidet in seinen Speculationen über die Bevölkerung von Britannien (Agricola cap. 11) sehr schön, was den klimatischen Einwirkungen der Gegend, was, bei eingewanderten Stämmen, der alten unwandelbaren Kraft eines fortgepflanzten Typus angehören kann: »Britanniam qui mortales initio coluerunt, indigenae an advecti, ut inter barbaros, parum compertum. Habitus corporis varii, atque ex eo argumenta; namque rutilae Caledoniam habitantium comae, magni artus Germanicam originem adseverant. Silurum colorati vultus et torti plerumque crines, et posita contra Hispania, Iberos veteres trajecisse, easque sedes occupasse fidem faciunt; proximi Gallis, et similes sunt: seu durante originis vi; seu, procurrentibus in diversa terris, positio caeli corporibus habitum dedit.« Vergl. über die Ausdauer der Gestaltungstypen in heißen und kalten Erd- und Bergstrichen des Neuen Continents meine Relation historique T. I. p. 498—503, T. II. p. 572—574.

[4] (S. 379.) Vergl. über die amerikanische Race im allgemeinen

das Prachtwerk: Samuel George Morton, Crania americana 1839 p. 62—86, wie über die von Pentland mitgebrachten Schädel des Hochlandes von Titicaca im Dublin Journal of medical and chemical Science Vol. V. 1834 p. 475; Alcide d'Orbigny, l'homme américain considéré sous ses rapports physiol. et mor. 1839 p. 221. S. auch die an seinen ethnographischen Beobachtungen so reiche Reise in das Innere von Nordamerika von Maximilian Prinz zu Wied 1839.

[5] (S. 379.) Rudolph Wagner über Blendlinge und Bastarderzeugung in seinen Anmerkungen zu Prichard, Naturgesch. des Menschengeschlechts Th. I. S. 174—188.

[6] (S. 380.) Prichard Th. I. S. 431, Th. II. S. 363—369.

[7] (S. 380.) Onesicritus im Strabo XV p. 690 und 695 Casaub. — Welcker (Griechische Tragödien Abth. III. S. 1078) glaubt, die von Strabo citirten Verse des Theodectes seien einer verlornen Tragödie entlehnt, die vielleicht den Titel Memnon führte.

[8] (S. 381.) Joh. Müller, Physiologie des Menschen Bd. II. S. 768, 772—774.

[9] (S. 383.) Prichard Th. I. S. 295, Th. III. S. 11.

[10] (S. 383.) Die späte Ankunft türkischer und mongolischer Stämme sowohl am Orus als in der Kirghisen-Steppe steht der Annahme Niebuhr's, daß die Scythen des Herodot und Hippocrates Mongolen waren, entgegen. Es ist weit wahrscheinlicher, daß die Scythen (Scoloten) zu den indo-germanischen Massa-Geten (Alanen) zu rechnen sind. Die Mongolen, eigentliche Tartaren (der letztere Name ist später fälschlich rein türkischen Stämmen in Rußland und Sibirien gegeben worden), saßen damals weit im Osten von Asien. Vergl. meine Asie centr. T. I. p. 239 und 400, Examen critique de l'hist. de la Géogr. T. II. p. 320. Ein ausgezeichneter Sprachforscher, Professor Buschmann, erinnert, daß Firdusi im Schahnameh, in seinen halb mythischen historischen Anfängen, „einer Feste der Alanen" am Meere erwähnt, in welche Selm, der älteste Sohn des Königs Feridun (gewiß ein paar Jahrhunderte vor Cyrus) sich flüchten wollte. Die Kirghisen der sogenannten scythischen Steppe sind ursprünglich ein finnischer Stamm; sie sind jetzt wahrscheinlich in ihren drei Horden das zahlreichste aller wandernden Völker, und lebten

schon im sechsten Jahrhundert in der Steppe, in welcher ich sie gesehen. Der Byzantiner Menander (p. 380—382 ed. Nieb.) erzählt ausdrücklich, wie der Chakan der Türken (Thu-khiu) im Jahr 569 dem vom Kaiser Justinus II abgesandten Zemarchus eine Kirghisen-Sklavin schenkte; er nennt sie eine χορχίς, und auch bei Abulgasi (Historia Mongolorum et Tatarorum) heißen die Kirghisen Kirkiz. Die Aehnlichkeit der Sitten ist, wo die Natur des Landes den Hauptcharakter der Sitten hervorruft, ein sehr unsicherer Beweis der Stammähnlichkeit. Das Leben in der Steppe erzeugt bei Türken (Ti, Tukiu), bei Baschkiren (Finnen), bei Kirghisen, bei Torgod und Dsungaren (Mongolen) dieselben Gewohnheiten des nomadischen Lebens, denselben Gebrauch von Filzzelten, die auf Wagen fortgeführt und bei den Viehheerden aufgeschlagen werden.

[11] (S. 384.) Wilhelm von Humboldt über die Verschiedenheit des menschlichen Sprachbaues, in dem großen Werke über die Kawi-Sprache auf der Insel Java Bd. I. S. XXI, XLVIII und CCXIV.

[12] (S. 385.) Das Unerfreulichste und in späteren Zeiten so oft Wiederholte über die ungleiche Berechtigung der Menschen zur Freiheit und über Sklaverei als eine naturgemäße Einrichtung findet sich leider! sehr systematisch entwickelt in Aristoteles Politica I. 3, 5, 6.

[13] (S. 386.) Wilhelm von Humboldt über die Kawi-Sprache Bd. III. S. 426. Ich füge aus demselben Werke noch folgendes hinzu: „Die stürmenden Eroberungen Alexanders, die staatsklug bedächtigen der Römer, die wild grausamen der Mexicaner, die despotischen Ländervereinigungen der Incas haben in beiden Welten dazu beigetragen das vereinzelte Dasein der Völker aufzuheben und weitere Verbindungen zu stiften. Große und starke Gemüther, ganze Nationen handelten unter der Macht einer Idee, die ihnen in ihrer Reinheit gänzlich fremd war. In der Wahrheit ihrer tiefen Milde sprach sie zuerst, ob es ihr gleich nur langsam Eingang verschaffen konnte, das Christenthum aus. Früher kommen nur einzelne Anklänge vor. Die neuere Zeit hat den Begriff der Civilisation lebendiger aufgefaßt, und das Bedürfniß erregt, Verbindungen der Völker und Cultur weiter zu verbreiten; auch die Selbstsucht gewinnt die Ueberzeugung, daß sie auf diesem Wege

weiter gelangt als auf dem gewaltsamer Absonderung. Die Sprache umschlingt mehr, als sonst etwas im Menschen, das ganze Geschlecht. Gerade in ihrer völkertrennenden Eigenschaft vereinigt sie durch das Wechselverständniß fremdartiger Rede die Verschiedenheit der Individualitäten, ohne ihrer Eigenthümlichkeit Eintrag zu thun." (A. a. O. S. 427.)